

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGIA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
AMBIENTAL**



**“Evaluación de la eficiencia del quemado de ladrillo de arcilla con  
cascarilla de arroz y la generación de residuos sólidos en hornos cerrados  
– San Martín - 2012.**

**TESIS:**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**Autor:**

**Bach. MILAGROS PEZO FACHÍN.**

**Asesor:**

**Ing. ALFONSO ROJAS BARDALEZ**

**Nº de Registro: 06052812**

**Moyobamba, Diciembre del 2013.**



**Asesor**

## DEDICATORIA

*A mis queridos Padres Jorge Pezo Dávila y Loidith Fachín  
Barbaran por su Amor sus sabios consejos y su apoyo  
incondicional que me brindaron en todo momento.*

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios, por darme la fortaleza de seguir adelante, por bendecirme a cada momento.
- A los docentes que laboran en la Universidad Nacional de San Martín-Facultad de Ecología los cuales contribuyeron con mi formación académica que me servirá para desenvolverse adecuadamente en el campo laboral.
- A mis Padres Jorge Pezo Dávila y Loidith Fachín Barbarán, por darme muchas enseñanzas y guiarme siempre por el buen camino.
- A mi gran amiga Nancy Araujo Grández por brindarme su amistad incondicional y apoyo en todo momento.
- A Carlos A. Arévalo Ayachi por el Amor y apoyo incondicional que me brinda en todo momento.
- Al Ing. Amb. Alfonso Rojas Bardález por el asesoramiento, la información y la orientación brindada en la realización de mi informe de tesis.

## INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
<b>CAPITULO I: El Problema de Investigación</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Fundamentación teórica	3
1.3.1. Antecedentes de la Investigación	3
1.3.2. Bases Teóricas	7
1.3.3. Definición de Términos	30
1.4. Variables	32
1.4.1. Variable Dependiente	32
1.4.2. Variable Independiente	32
1.5. Hipótesis	32
<b>CAPITULO II: Marco Metodológico</b>	<b>33</b>
2.1. Tipo de Investigación	33
2.2. Diseño de Investigación	33
2.3. Población y Muestra	34
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	34
2.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	35

<b>CAPITULO III: Resultados</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Resultados</b>	<b>36</b>
3.1.1. Toneladas de cascarilla de arroz usado por millar de ladrillos cocidos en hornos cerrados	36
3.1.2. % de ladrillos rotos – crudos sobre cocidos por quema usando cascarilla de arroz, en hornos cerrados	37
3.1.3. Kg de escombros generados por quema	40
3.1.4. Comparativo de cantidad de recursos energético, generación de ladrillos rotos - crudos y cenizas/millar de ladrillo de arcilla/ quema/hornos cerrados	43
3.1.5. Comparativo de costos en nuevos soles por recursos energético/ millar de ladrillo de arcilla/quema/hornos cerrados	44
3.2. Discusiones	46
3.3. Conclusiones	48
3.4. Recomendaciones	49
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>51</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 01:</b> Indicadores de evaluación de eficiencia y generación de RR.SS.	33
<b>Cuadro N° 02:</b> Promedio de cascarilla de arroz/millar ladrillo/quema.	36
<b>Cuadro N° 03:</b> Promedio de % de ladrillos rotos – crudos/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.	37
<b>Cuadro N° 04:</b> Promedio en % - Kg. de cenizas/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.	40
<b>Cuadro N° 05:</b> Promedio de ladrillos rotos – crudos y cenizas en Kg/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.	42
<b>Cuadro N° 06:</b> Comparativo de recursos energético para quemado de ladrillo de arcilla.	43
<b>Cuadro N° 07:</b> Comparativo de costos en nuevos soles recursos energéticos para la quema de ladrillo de arcilla.	44

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico N° 01:</b> Promedio de cascarilla de arroz/millar ladrillo/quema	36
<b>Gráfico N° 02:</b> Promedio de % del ladrillos rotos – crudos/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.	38
<b>Gráfico N° 03:</b> Promedio en unid. , de ladrillos rotos – crudos/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz/millar.	38
<b>Gráfico N° 04:</b> Promedio en Kg. de ladrillos rotos – crudos/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz/millar.	39
<b>Gráfico N° 05:</b> Promedio en % de cenizas/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.	40
<b>Gráfico N° 06:</b> Promedio Kg. de cenizas/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.	41
<b>Gráfico N° 07:</b> Promedio de ladrillos rotos – crudos y cenizas en Kg/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.	42
<b>Gráfico N° 08:</b> Comparativo de recursos energético para quemado de ladrillo de arcilla.	42
<b>Gráfico N° 09:</b> Comparativo de costos en nuevos soles recursos energéticos para la quema de ladrillo de arcilla.	44



## **INDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1: Ficha de levantamiento de información	52
ANEXO 2: Mapa de ubicación de ladrilleras evaluadas	53
ANEXO 3: Fotos de trabajo de campo realizado	54

## RESUMEN

En la actualidad se viene observando que el uso de la cascarilla de arroz representa una alternativa energética por los volúmenes de producción que generan los molinos de arroz lo que garantiza la sostenibilidad del recurso en cuanto a disponibilidad de la materia prima.

Mediante el presente trabajo de investigación se logró determinar la eficiencia de la cascarilla de arroz para el quemado de ladrillo de arcilla, para lo cual se escogieron 05 empresas ladrilleras que cuentan con hornos cerrados y usan en un 100% cascarilla de arroz ubicadas en las Provincias de Moyobamba y Rioja, la evaluación se realizó durante seis (06) meses con una frecuencia de una (01) quema por mes, en total se realizaron seis (06) evaluaciones consecutivas, registrando datos como cantidad de cascarilla de arroz utilizada por quema, cantidad en % y kg., de generación de cenizas, ladrillos rotos, ladrillos crudos, entre otras características propias del sistema de quema y hornos; de manera paralela se registraron datos de las mismas variables aplicados a los hornos que queman con cascarilla arroz, a los que queman con Leña y carbón mineral. A fin de establecer comparación y realizar las comparaciones técnicas y económicas.

Como resultado de lo evaluado con el uso de cascarilla de arroz se genera un promedio de 33.6 unidades de ladrillo roto y crudo por millar de ladrillo quemado que representa el 3.36% por la falta de oxigenación de la cascarilla en el momento de la combustión; quemando con leña un promedio de 18.00 unidades y quemando con carbón mineral un total de 12.80 unidades de ladrillos rotos – crudos /millar de ladrillo quemado; lo que nos demuestra que la cascarilla de arroz en condiciones como se viene realizando la quema del ladrillo no representa eficiencia frente a otras fuentes alternativas como la leña y carbón mineral.

En lo que respecta a la generación de cenizas, los hornos cerrados que usan cascarilla de arroz generan un total de 192.73 kg de cenizas por millar de ladrillo quemado, ello nos demuestra que el uso de esta fuente de energía genera mayor cantidad de cenizas incrementando la generación de material particulado durante y después del proceso de quema, los mismos que podrán afectar la salud de los trabajadores y población de los alrededores, en comparación con los hornos que queman con leña en 25.00 kg por millar y carbón mineral es de 5 kg. de cenizas por millar de ladrillo quemado.



## CENTRO DE IDIOMAS

"AÑO DE LA INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA"

### SUMMARY

At present one comes observing that the use of the rice husk represents an energetic alternative for the volumes of production that generate the rice mills what guarantees the sustainability of the resource as for availability of raw material.

Through this research work was able to determine the efficiency of the rice husks for the burned clay brick, for which 05 companies were chosen that brick makers have closed furnaces and used in a 100% rice husks located in Rioja and Moyobamba province, the evaluation was carried out for six (06) months with a frequency of one (01) burning per month, in total there were six (06) consecutive assessments, registering information as quantity of rice husk used by burning, quantity in % and kg, ashes generation, broken bricks, raw bricks, between other own characteristics of the system of burning and ovens; in a parallel manner data was recorded for the same variables applied to the furnaces that burn with rice husks, which burned with wood and coal. In order to establish comparison and perform the technical and economic comparisons.

Since result of the evaluated with the use of rice husk generates an average of 33.6 units of torn and raw brick for thousands of burnt brick that represents the 3.36 % for the lack of oxygenation of the husk at the time of combustion; wood burning with an average of 1800 units and burning coal ore with a total of 12.80 units of broken bricks - raw /thousand brick burned; which demonstrates to us that the rice husks in conditions as is being done the burning of the brick does not represent efficiency compared to other alternative sources such as firewood and coal.

In respect to the ashes generation, the closed furnaces that use rice husks have generated a total of 192.73 kg of ash per thousand of burned brick, this shows us that the use of this energy source generates the greatest amount of ash by increasing the generation of particulate material during and after the burning process, the same that may affect the workers health and population of the area, in comparison with the furnaces that burn wood in 25.00 kg per thousand and mineral coal in 5 kg of ash by thousands of burned brick.

Key words: energetic alternative, rice husks.

## **CAPITULO I: El Problema de Investigación.**

### **1.1. Planteamiento del Problema.**

En el Departamento de San Martín en su conjunto se viene incrementando la actividad de producción de ladrillo de arcilla, que de manera indirecta influye en la tala indiscriminada de árboles, cuya principal fuente de energía para el proceso del quemado es la leña, recursos que provienen de las zonas de cabeceras de cuencas; generando impactos negativos, que se manifiesta mediante la pérdida de la gran diversidad de la flora y fauna, disminución de la napa freática, fuente abastecedora de las quebradas y ríos, poniendo en riesgo el abastecimiento del recurso agua para consumo humano, emanación de gases como el NOx, SOx, y el manejo inadecuado de los desechos o residuos sólidos.

A partir del año 2009, iniciaron un proceso de adecuación ambiental, lo que ha venido incrementado el uso de otras fuentes alternativas a la leña para el proceso del quemado, como el carbón mineral, cascara de café, gas natural, electricidad y la cascarilla de arroz.

En la actualidad se viene observando que el uso de la cascarilla de arroz representa una alternativa energética por los volúmenes de producción que generan los molinos de arroz lo que garantiza la sostenibilidad del recurso en cuanto a disponibilidad de la materia prima.

En ese sentido a fin de evaluar la rentabilidad del uso de este recurso energético es necesario determinar:

**¿Cuál es la eficiencia del quemado de ladrillo de arcilla con cascarilla de arroz frente a otras energías y la generación de residuos sólidos producto del proceso?.**

## **1.2. Objetivos:**

### **1.2.1. Objetivo General.**

Evaluar la eficiencia del quemado de ladrillo de arcilla con cascarilla de arroz y la generación de residuos sólidos en hornos cerrados.

### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

- a. Determinar las toneladas de cascarilla de arroz usado por millar de ladrillos cocidos en hornos cerrados.
- b. Determinar el % de ladrillos rotos o crudos sobre cocidos por quema usando cascarilla de arroz, en hornos cerrados.
- c. Determinar las toneladas o metros cúbicos de escombros generado por quema.

### **1.3. Fundamentación Teórica.**

#### **1.3.1. Antecedentes de la Investigación.**

##### **1.3.1.2. La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral.**

**(Según: Prada A. 2010).** La cascarilla de arroz es un residuo vegetal que sólo hace combustión en condiciones de exceso de oxígeno del aire y niveles bajos de humedad del material. Los gases de combustión de la cascarilla de arroz, entre ellos el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), pueden ser hidróxido de sodio utilizada en la captura del dióxido de carbono, generado por combustión de la cascarilla, en calidad de reactivo límite, en razón que la masa de cascarilla puede ser considerada en exceso.

Elementos para el aprovechamiento integral de la cascarilla de arroz. Los resultados obtenidos en el presente trabajo, que aunque tiene las características de preliminar, permiten considerar posible la captura de los gases de combustión de la cascarilla de arroz, en particular el bióxido de carbono con soluciones de metales alcalinos y su posterior conversión en carbonato de calcio de amplio uso en la producción agrícola.

En estas condiciones, podría plantearse la alternativa de utilizar la descomposición térmica de la cascarilla de arroz como una alternativa de aprovechamiento integral de este abundante residuo de la producción de zonas arroceras. Puesto que el calor que se genera en el proceso puede ser y es aprovechado en procesos agroindustriales y de alimentos que lo requieran, las cenizas y el carbonato de calcio que se obtiene a partir de la captura de los gases de combustión puede aplicarse en cultivos agrícolas y las aguas con contenidos de cloruros – en riego.

El calor generado en el proceso de combustión, por su magnitud, puede ser aprovechado en diferentes procesos productivos.

#### **1.3.1.3. Caracterización térmica y estequiométrica de la combustión de la cascarilla de arroz.**

(Varón Camargo J. 2004). Por medio de este estudio se encontró que la cascarilla de arroz tiene un comportamiento idéntico al de cualquier combustible convencional y, por ende, la afectan los mismos fenómenos y variables que a estos. También la afecta la disociación aunque en menor medida pues no alcanza temperaturas tan elevadas como los combustibles convencionales, lo que, en cierta medida, es favorable debido a la facilidad que esto representa en el control de la presencia de compuestos NO<sub>x</sub> en los productos de la combustión. Por otra parte, debido a que la cascarilla contiene muy bajos niveles de azufre también se obtendrán bajos niveles de compuestos SO<sub>x</sub> en los productos de la combustión.

Estos dos hechos repercuten en menores controles al proceso de combustión, lo único por lo que se deben preocupar es por regular la mezcla debido a la posible aparición del CO y del NO y por ejercer un cuidadoso control del material particulado que es fácilmente conseguido por medio de filtros y ciclones. La más importante recomendación es permanecer, en la medida de lo posible, en la mezcla estequiométrica aire combustible para controlar los problemas de emisiones contaminantes a la atmósfera. Por lo que se recomienda realizar la combustión con una mezcla de relación de equivalencia entre 0.9 y 1.1, aunque lo ideal para que no aparezcan especies no deseables como CO y NO es obtener una mezcla con un valor de relación de equivalencia de 1,1.

#### **1.3.1.4. Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia.**

(Sierra Aguilar J. 2009). En la actualidad y dado el nivel de investigaciones, a partir de la cascarilla de arroz y su aglomeración con otros elementos naturales y subproductos agrícolas obtener valores competitivos de conductividad térmica para aplicaciones en el área de los aislamientos. El uso de la cascarilla de arroz en sistemas de estufas aprovechando su poder combustible de vieja data entre los campesinos pero no tan difundido, surge como una alternativa para todos aquellos que aún no tienen acceso a cocinas gas natural o gas propano, ya que es de bajo costo, fácil acceso, posee menos riesgo de incendiarse, poco humo y ayudaría a el control de la disposición final de la cascarilla.

En Colombia se dan investigaciones en el uso diverso de las propiedades de la cascarilla y se nota la vinculación de particulares universidades e instituciones estatales en el proceso. La normatividad constitucional del país crea un espacio adecuado para liderar procesos investigativos cuya finalidad genere soluciones a los problemas ambientales en un nivel preventivo.

#### **1.3.1.5. Pautas para el diseño y construcción de fogones eficientes para la combustión de cáscara de arroz.**

(Chao Tung F. 1987). Las características físico – químicas para la combustión de la cascara de arroz son casi similares al de la leña, con el inconveniente que la cascarilla produce altos porcentajes de cenizas. La quema de la cascarilla en parrilla inclinada es la manera más eficiente, debido a que hay un mayor control de las zonas de alimentación, combustión y desalojos de cenizas; el ángulo de inclinación adecuado de la parrilla es de 40° con respecto a la vertical, en esa posición la cascarilla circula y alcanza a quemarse y las cenizas se acumulan en la parte inferior del fogón listo para ser evacuados.



Con las pruebas del fogón para quema de cascarilla de arroz, se experimentó que es posible lograr una buena combustión, de manera inmediata sin previo proceso de acondicionamiento, en este caso para cocción de alimentos. Además, podría ser un recurso alternativo a ser usado por los campesinos en reemplazo de la leña, ya que las pruebas realizadas en fogones domésticos son satisfactorias.

La cascarilla de arroz tiene la ventaja de no solo aprovecharse su potencial energético por medio de la combustión, sino también sus cenizas, solucionándose los problemas de la excesiva producción de las mismas que poseen múltiples aplicaciones, de esta manera crear nuevas fuentes de trabajo que mejorarían las condiciones de las zonas rurales y aumentaría la productividad del País.

### **1.3.2. Bases Teóricas.**

#### **1.3.2.1. Características, propiedades, usos de la leña (madera).**

- Dureza: Resistencia a la penetración por otros cuerpos (tornillos, clavos, sierras etc.) Esta dureza dependerá de la cohesión de las fibras que la componen. Las maderas de tipo fibroso son mas duras que las porosas por ejemplo. **(Varón Camargo J. 2004).**
- Flexibilidad: Capacidad para ser doblada sin romperse en el sentido de sus fibras. **(Varón Camargo J. 2004).**
- Higroscopicidad: Capacidad de absorber o desprender humedad. Esta propiedad afecta en gran medida a su peso y volumen. **(Varón Camargo J. 2004).**
- Resistencia mecánica: Agrupamos en esta descripción las características de la madera para soportar esfuerzos de compresión, flexión, tracción, torsión, cizalladora, dependiendo en todo caso de las fibras de la madera con respecto a las fuerzas que en ellas se aplica. **(Varón Camargo J. 2004).**
- Capacidad calorífica: Es aprox. 420 J/kg.°K. Establece la cantidad de calor que desprende al quemarse una cantidad de masa de combustible. **(Varón Camargo J. 2004).**
- Usos.
  - Para hacer fuego en estufas, chimeneas o cocinas. Es una de las formas más simple de biomasa usada mayormente para calefactar y cocinar. Es extraída de los árboles. **(Prada A. 2010).**

### 1.3.2.2. Características, propiedades, usos del carbón mineral.

- Mecánicas.

- Dureza.

Se mide por el tamaño y profundidad de la raya producida por un cuerpo penetrante de forma diversa (cono, esfera, pirámide) y con dureza extrema. Teniendo en cuenta esta propiedad, la antracita se comporta como un cuerpo totalmente elástico, es decir, no es rayado. Los carbones que contienen del orden de 80-85% de carbono muestran un máximo de dureza Vickers que se corresponde con un máximo también en la curva de dureza elástica. De los componentes del carbón, el que presenta más dureza es el durenó, y el más blando es el vitrenó. **(Prada A. 2010).**

- Abrasividad.

Es la capacidad del carbón para desgastar elementos metálicos en contacto con él. Esta propiedad nos va a condicionar enormemente el material que se tenga que usar en la maquinaria (molinos, trituradoras,...). Está relacionada con las impurezas que acompañan al carbón: sílice y pirita sobre todo. **(Prada A. 2010).**

- Resistencia mecánica.

Tiene gran influencia en los sistemas de explotación del carbón. Esto es porque muchas veces la veta carbonífera se usa como paredes, techos y suelos de las propias galerías de la explotación. Además, hay que tener en cuenta que las vetas suelen ser heterogéneas, por lo que es importante estudiar este aspecto. Se debe medir la resistencia mecánica en el sentido normal a la estratificación, tomándose el valor medio de las mediciones. Esta propiedad va a estar directamente relacionada con la composición petrográfica del carbón. **(Prada A. 2010).**

- Cohesión.

La cohesión es la acción y efecto que tiende a unir los componentes de la materia carbonosa. Se trata de una propiedad positiva o de resistencia. **(Prada A. 2010).**

- Friabilidad.

Es la capacidad que presentan los carbones de descomponerse fácilmente en granulometrías inferiores por efecto de un impacto o un rozamiento. Esta propiedad habrá que tenerla muy en cuenta en algunos procesos, puesto que nos da la tendencia del carbón a romperse durante su manipulación. **(Prada A. 2010).**

- Fragilidad.

Es la facilidad que presentan los carbones para romperse o quebrarse en pedazos. Es lo opuesto a la cohesión. Se trata de una propiedad negativa, que va a depender de su tenacidad y elasticidad, de las características de su fractura y de su resistencia. **(Prada A. 2010).**

- Triturabilidad.

Es la facilidad con la que el carbón se desmenuza sin reducirse totalmente a polvo. Es una combinación de dureza, resistencia, tenacidad y modo de fractura. Cada vez es más tenida en cuenta esta propiedad mecánica del carbón, debido sobre todo al empleo de técnicas novedosas de combustión, como el lecho fluido. **(Prada A. 2010).**

■ Térmicas.

- Conductibilidad térmica.

Es la capacidad que presenta el carbón para conducir el calor. Tiene importancia sobre todo en los hornos de coquización, ya que el hecho de que el calor aplicado se transmita lo más rápidamente posible permite que el proceso tenga un mayor rendimiento. **(Prada A. 2010).**

- Calor específico.

Es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1g de carbón 1°C. También es importante esta propiedad en el proceso de coquización. **(Prada A. 2010).**

- Dilatación.

Es el aumento de volumen por efecto del incremento de temperatura. Bangham y Franklin han hecho estudios sobre la dilatación de los carbones. Concluyen que la antracita presenta importantes variaciones en el volumen con cambios de temperatura, pero dependiendo también de la orientación (anisotropía). En cambio, en cuanto a las hullas, la dilatación va a depender más de la temperatura de experimentación. **(Prada A. 2010).**

- Capacidad calorífica.

Es aprox. entre 2000 y los 7000 kcal/kg. Establece la cantidad de calor que desprende al quemarse una cantidad de masa de combustible. **(Prada A. 2010).**

■ Eléctricas.

- Conductibilidad eléctrica.

Capacidad para conducir la corriente eléctrica a su través. Se define en términos de resistencia específica, que es la resistencia de un bloque de carbón de 1cm de longitud y 1 cm<sup>2</sup> de sección. La unidad es el w. Esta propiedad depende de la presión, de la temperatura y del contenido en agua del carbón. El carbón es considerado en términos generales como un semiconductor. La razón por la cual el carbón conduce la electricidad es la posesión de anillos bencénicos y radicales libres. **(Prada A. 2010).**

- Constante dieléctrica.

Esta propiedad es más tenida en cuenta que la conductividad eléctrica. Se trata de una medida de la polarizabilidad electrostática del carbón dieléctrico. Esto está relacionado con la polarización de

los electrones  $\pi$  que existen en los anillos bencénicos de la estructura del carbón. Está esta propiedad muy relacionada con el contenido en agua del carbón y varía con el rango del carbón. **(Prada A. 2010).**

- Físicas.

- Densidad y peso específico:
- Contenido en agua.

- Usos:

- Generación de energía eléctrica: Las centrales térmicas de carbón pulverizado constituyen la principal fuente mundial de energía eléctrica. En los últimos años se han desarrollado otros tipos de centrales que tratan de aumentar el rendimiento y reducir las emisiones contaminantes, entre ellas las centrales de lecho fluido a presión. Otra tecnología en auge es la de los ciclos combinados que utilizan como combustible gas de síntesis obtenido mediante la gasificación del carbón. **(Prada A. 2010).**
- Coque: El coque es el producto de la pirólisis del carbón en ausencia de aire. Es utilizado como combustible y reductor en distintas industrias, principalmente en los altos hornos (coque siderúrgico). Dos tercios del acero mundial se producen utilizando coque de carbón, consumiendo en ello 12% de la producción mundial de carbón (cifras de 2003). **(Prada A. 2010).**
- Siderurgia: Mezclando minerales de hierro con carbón se obtiene una aleación en la que el hierro se enriquece en carbono, obteniendo mayor resistencia y elasticidad. **(Prada A. 2010).**
- Industrias varias: Se utiliza en las fábricas que necesitan mucha energía en sus procesos, como las fábricas de cemento y de ladrillos. **(Prada A. 2010).**

- **Uso doméstico:** Históricamente el primer uso del carbón fue como combustible doméstico. Aún hoy sigue siendo usado para calefacción, principalmente en los países en vías de desarrollo, mientras que en los países desarrollados ha sido desplazados por otras fuentes más limpias de calor (gas natural, propano, butano, energía eléctrica) para rebajar el índice de contaminación. **(Prada A. 2010).**
- **Carboquímica:** La Carboquímica es practicada principalmente en África del Sur y China. Mediante el proceso de gasificación se obtiene del carbón un gas llamado gas de síntesis, compuesto principalmente de hidrógeno y monóxido de carbono. **(Prada A. 2010).**
- **Petróleo sintético:** Mediante el proceso de licuefacción directa, el carbón puede ser transformado en un crudo similar al petróleo. La licuefacción directa fue practicada ampliamente en Alemania durante la Segunda Guerra Mundial pero en la actualidad no existe ninguna planta de escala industrial en el mundo. **(Prada A. 2010).**

#### **1.3.2.3. Características, propiedades, usos cascarilla de arroz.**

- El arroz es un grano de dimensiones no únicas:  
4-14 mm de longitud  
2-4 mm de ancho  
50um de espesor
- En base seca, el peso de la cascarilla de arroz oscila entre los 2.944 y 3.563 mg dependiendo del tipo de arroz. **(Valverde A. 2007).**
- Su densidad es aproximadamente de 1.60 gr/cm<sup>3</sup> compactada y 1.42 gr/cm<sup>3</sup> sin compactar. **(Valverde A. 2007).**
- **Porosidad:** Porcentaje de Poros o huecos presentes en la cascarilla. Compactada es aprox. 26% y sin compactar 54%.

- Humedad: Ésta la adquiere conforme la humedad del medio ambiente; afecta el poder calorífico y la cantidad de combustible efectivo. En época no lluviosa oscila entre 6 y 15%.
  - Capacidad calorífica: Es aprox. 15 MJ/Kg. Establece la cantidad de calor que desprende al quemarse una cantidad de masa de combustible.
  - Porcentaje de cenizas: Cantidad de materia NO combustible por kilogramo de masa luego de la combustión completa. Oscila, según análisis, entre 14, 83% y 23, 94%. **(Valverde A. 2007).**
- Usos.
- Química:  
La cáscara de arroz puede utilizarse para producir tamiz molecular que se aplican como catalizadores para diversas reacciones químicas, como soporte para el sistema de distribución de drogas y como adsorbentes en tratamiento de aguas residuales. **(Valverde A. 2007).**
  - Fibra de comida para mascotas.  
La cáscara de arroz es la cubierta exterior del arroz y es un subproducto de bajo costo que se puede usar como una fuente de fibra e ingrediente de relleno barato en alimentos para mascotas. **(Valverde A. 2007).**
  - Material de construcción.  
La cáscara de arroz es un material aislante de clase A, porque son difíciles de quemar y no permiten que la humedad propague el moho u hongos. Se ha descubierto que cuando se quema, la cascara de arroz produce cantidades significativas de sílice. Por estas razones proporciona excelente aislamiento térmico. **(Valverde A. 2007).**



Sustituto de hojas de madera prensada para fabricar muebles.

- Relleno de almohada.

La cáscara de arroz se utiliza como relleno de almohada. Las almohadas son rellenas en forma suelta y consideradas terapéuticas porque conserven la forma de la cabeza.

- Fertilizante.

La cáscara de arroz es materia orgánica y pueden ser compostada. Sin embargo, su contenido de alto de lignina hace el proceso lento. A veces se utilizan las lombrices de tierra para acelerar el proceso. Utilizando técnicas de Vermicompostaje la cascara de arroz puede convertirse en fertilizantes en unos cuatro meses. **(Valverde A. 2007).**

- Producción de carburo de silicio.

La cáscara de arroz es un material de bajo costo para fabricar carburo de silicio que en forma de wiskers o bigotes se utilizan para reforzar las herramientas de corte de cerámica, aumentando su fuerza diez veces. Fuente: Valverde A. 2007.

- Combustible:

Con técnicas apropiadas, puede ser quemada para producir energía. en los países asiáticos productores de arroz existen muchas plantas generadoras de energía que utilizan este producto. **(Valverde A.2007).**

- Elaboración de cerveza.

La cáscara de arroz puede utilizarse en la elaboración de cerveza para aumentar la capacidad de separación del líquido del grano residual en la pasta para producción de cerveza. **(Valverde A. 2007).**

- Extracción de jugo.

La cáscara de arroz se utilizan como una "ayuda de prensa" para mejorar la eficiencia de la extracción en el prensado de manzana.

(Valverde A. 2007).

#### **1.3.2.3.1. Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz:**

En este estudio se hace un análisis comparativo de las principales propiedades fisicoquímicas de la cascarilla de arroz obtenida por investigaciones realizadas en las universidades de Canadá, California, RP China y de Ibagué Colombia, como punto de partida para la realización del proyecto de transformación de la biomasa arroceras en energía eléctrica y térmica. (Valverde A. 2007).

Se concluye que existe una igualdad entre los rangos de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz para regiones tan distantes y diferentes como China, Canadá, Estados Unidos y Colombia; y que en ellas las temperaturas de oxidación alcanzada es del orden de 1200K, liberando alrededor del 67% del valor calórico en la etapa dominante de la combustión correspondiente a la combustión de los volátiles. (Valverde A. 2007).

#### **- Análisis último (elemental) de la cascarilla de arroz.**

La composición elemental de una sustancia combustible es su contenido (porcentaje en masa) de carbono (C), hidrógeno (H), azufre (S), oxígeno (O), nitrógeno (N), humedad (W) y cenizas o material residual (A). Es la característica técnica más importante del combustible y constituye la base para los análisis de los procesos de combustión, entre ellos: cálculos de volúmenes de aire, gases y entalpía. (Valverde A. 2007).

Las siguientes composiciones elementales de la cascarilla de arroz se basan en los diferentes porcentajes de humedad analizadas en estudios previos.

La composición elemental del combustible, expresa el por ciento en masa de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno. Nitrógeno. Cenizas y Humedad y se puede referir a:

Los resultados obtenidos muestran los siguientes rangos de variabilidad para cada elemento: Carbono 37.6- 42.6 %; Hidrógeno 4.7 - 5.78; Oxígeno 31.37 - 37.62; Nitrógeno 0.38 - 1.88; Azufre 0.01 - 0.18; Cenizas 16.93 - 24.6, con un poder calórico entre 13.24 - 14.22 Mj / Kg. **(Valverde A. 2007).**

El análisis de la cascarilla de arroz presentado está dentro de los rangos encontrados a nivel mundial excepto los porcentajes de azufre y nitrógeno que se encuentran por fuera, teniendo en cuenta que el análisis a nivel mundial se realizó en base seca y el de Colombia con diferentes porcentajes de humedad. **(Valverde A. 2007).**

El contenido de humedad de la cascarilla de arroz cuando sale del descascarador varía entre 5 y 40%, luego de estar expuesta a la intemperie, en época no lluviosa, la humedad promedio de la cascarilla esta aproximadamente entre el 8 y 15%. El contenido de humedad de la biomasa es la relación de la masa de agua contenida por kilogramo de materia seca. Para la mayoría de los procesos de conversión energética es imprescindible que la biomasa tenga un contenido de humedad inferior al 30%. Muchas veces, los residuos salen del proceso productivo con un contenido de humedad muy superior, que obliga a implementar operaciones de acondicionamiento, antes de ingresar al proceso de conversión de energía. **(Valverde A. 2007).**

#### **1.3.2.4. Antecedentes de la actividad de producción de ladrillo San Martín.**

El control ambiental de las actividades productivas de la industria manufacturera, bajo su ámbito de competencia hasta la fecha son de competencia de la Dirección de Asuntos Ambientales de Industria del Ministerio de la Producción – DAAI, imposibilitando el accionar de las Direcciones Regionales por no contar con funciones específicas transferidas en control ambiental de la actividad, lo que limita el accionar legal. **(Lozada Cubas, J. 2012).**

Al año 2009 la provincia de Moyobamba y Rioja contaba con un total de 55 Unidades Productivas – Ladrilleras distribuidas en mayor % en la Provincia de Rioja; la energía de mayor consumo era la leña en un 87%, lo que representaba un volumen aprox., de 5,400 m<sup>3</sup>, generando de manera indirecta la deforestación de 49.63 Has /mes y 595.58 Has/año. **(Lozada Cubas, J. 2012).**

Al año 2011 las Unidades Productivas – Ladrilleras del Alto Mayo (Provincias de Moyobamba y Rioja ) redujeron el uso de Leña como fuente de energía para el quemado de ladrillo de arcilla en un 18.25% con respecto a la Línea Base obtenida el año 2009 lo que representa una reducción en volumen de 1,167 m<sup>3</sup>, disminución de la deforestación en un proporción de 10.72 Has/ mes y 128 Has/año; así como se observa el incremento de otras fuentes de energía en un 18.25%, como el carbón mineral y cascarilla de arroz, por el bajo costo y disponibilidad en el mercado. **(Lozada Cubas, J. 2012).**

##### **1.3.2.4.1. Proceso productivo.**

###### **- Extracción de arcilla y moldeado.**

La Actividad de Producción de Ladrillo de Arcilla se distribuye en operaciones tanto para extracción de arcilla, elaboración del ladrillo crudo, secado del ladrillo crudo en andamios o secadores, horneado en horno abierto rectangular, caseta de materiales, área de la maquina extrusora, área de

almacenamiento de arcilla, área de almacenamiento de leña (al aire libre). **(DIREPRO SM. 2009).**

La materia prima (arcilla), es extraída del sub suelo en forma manual utilizando (picos y palanas), y transportada al lugar de fabricación en carretillas, aproximadamente 100 metros desde la cantera hasta el lugar de la moldeadora o extrusora; esta operación se realiza uno o dos días antes de transformar la arcilla en ladrillo crudo; cuando el material ya se encuentra en cantidades suficientes para el trabajo del día de fabricación, es humedecido, añadiendo agua para obtener una masa homogénea, luego un trabajador ingresa la masa de arcilla homogénea manualmente con apoyo de una palana , una vez que los ladrillos son elaborados, estos son cortados y llevados por los carretilleros a los andamios de secado donde permanecerán unos días hasta perder el agua lo suficiente como para poder ser llevados al siguiente proceso (horneado), el secado puede durar de 8 a 15 días en verano y hasta 20 días en invierno. **(DIREPRO SM. 2009).**

#### **- Quemado del Ladrillo:**

El quemado se realiza en un horno convencional rectangular abierto en su gran mayoría, con arquería fija y de llama ascendente, convencionalmente estos hornos utilizan como combustible grandes volúmenes de leña, la capacidad de los hornos varían entre los 5 a 25 millares, realizando 01 quema en invierno y de 2 a 3 quemas en verano.

El combustible utilizado en este proceso es leña, por su elevada capacidad calorífica, la leña procede de las zonas altas de las cabeceras de cuencas, la leña es quemado en dos momentos: El primero es a fuego lento, que tiene una duración de 36 a 40 horas este proceso sirve para evaporar el porcentaje de agua que contienen los ladrillos luego; el segundo momento de quema

o fuego recio que dura entre 12 a 16 horas, en este proceso se evidencia la mayor presencia de humo y mayor consumo de leña.

Una vez que termina el proceso de horneado pasa al proceso de enfriado que tiene una duración de 3 días aproximadamente, entonces los ladrillos quedan listos para la distribución y venta. **(DIREPRO SM. 2009).**

#### **1.3.2.4.2. Estado situacional ambiental actual generado por la actividad industrial manufacturera.**

De acuerdo al perfil ambiental de las actividades de la industria manufacturera que vienen generando mayores impactos ambientales negativos potenciales se encuentra en primer orden la actividad de producción de ladrillo de arcilla, seguido de la actividad de elaboración de panes, carpinterías, metal mecánicas, etc.

La producción de Ladrillo de arcilla genera efectos sobre los elementos del Ambiente. Aquéllos que resultaron negativos constituyen problemas ambientales; los potencialmente negativos representan un riesgo ambiental. **(DIREPRO SM. 2009).**

##### **- A la vegetación.**

El impacto ambiental indirecto que causa la Fabricación de Ladrillos de arcilla sobre la vegetación se refleja en mayor grado de incidencia sobre el bosque y plantas arbustivas, a través del rozo o tumba de arboles, la quema de los rozos y el horneado de los ladrillos, ya que un total de 100 de los 108 hornos de Empresas ladrilleras en el quemado utilizan un total de 7 085.00 m<sup>3</sup> de leña.

**- A la fauna.**

La actividad ladrillera genera un impacto alto sobre la fauna, afectando este impacto a nivel macro y micro, por las actividades de rozo, tumba de arboles y quema de las chacras, aunque este impacto sobre la fauna tiene incidencia indirecta.

**- Al recurso suelo.**

La acción que indirectamente se le atribuye a la actividad ladrillera y que tiene impacto negativo con respecto al factor ambiental suelo, es el rozo o tumba de arboles y la quema de las chacras para adquisición de leña, que al dejar el suelo con escasa cobertura vegetal, su estructura y morfología se ven afectados por los procesos de erosión provocada por la precipitación.

El impacto es regular originado por la actividad extractiva de las canteras de arcilla, los factores del suelo más afectados son su estructura y morfología; actualmente para las zonas de extracción no se cuenta con un plan de cierre que comprenda acciones de restauración y otros, en un 60 % las áreas quedan expuestas en espera de una regeneración natural o como pozos de almacenamiento de agua de lluvia que es utilizada en mínimas cantidades en el proceso de fabricación de ladrillo crudo.

**- Al recurso agua.**

Indirectamente causan un impacto negativo sobre la disponibilidad del recurso hídrico, considerando que los agricultores para vender la leña hacen chacras deforestando los bosques locales que regulan el ecosistema natural local y el balance hídrico en la cuenca regional.

Con respecto al área de operación existe un impacto regular sobre el agua superficial y subterránea, en un 60% de las

unidades productivas al minar la arcilla de las canteras se produce afloramiento del agua subterránea, por encontrarse la napa freática alta, el agua se extrae también a través de pozos o norias (agua para bebida), la utilización de agua para el proceso productivo es agua superficial (de lluvia) la cual se reúne en las áreas de extracción de arcilla que quedan expuestas a fenómenos climáticos. **(DIREPRO SM. 2009).**

**- Al clima.**

En el clima la actividad productiva de fabricación de ladrillos, genera un impacto negativo alto, y los factores más afectados indirectamente son la precipitación y la temperatura, considerando que los agricultores para vender la leña hacen chacras deforestando los bosques locales que regulan el ecosistema natural local y el balance hídrico en la cuenca regional, además de ello se suma la emisiones atmosféricas producto del proceso de quemado del ladrillo. **(DIREPRO SM. 2009).**

**- Al aire.**

**Por Emisiones Atmosféricas:**

Del proceso de quemado se generan componentes que son contaminantes potenciales a la atmósfera. Dichos componentes son aquéllos ligados a (las cenizas remanentes en los hornos, la arcilla seca que hay en la Planta, mayormente).

**Por ruido:**

El efecto de ruido intenso a la Calidad del Aire en este punto exterior de la Planta, se califica como negativo, directo, temporal y de grado bajo, el incremento de ruido al exterior de la planta se ha incrementado, debido al parque automotor que realiza actividades de transporte por la carretera Fernando Belaunde Terry.



**- Sobre la estética de interes:**

El impacto sobre el paisaje natural y las vistas panorámicas del entorno, se ven afectadas porque la actividad de producción de ladrillos genera un impacto regular, con mayor incidencia por la actividad de rozo o tumba de arboles y la actividad extractiva de arcilla, generando estas deformaciones del estado natural del suelo, por otro lado el quemado también afecta a la estética de interés por las emisiones atmosféricas que pueden ser perceptibles por los lugareños y los visitantes que transitan por la Carretera Fernando Belaunde Terry, considerando ya que las Empresas Ladrilleras se encuentran en el eje de la mencionada red vial. Fuente: **(DIREPRO SM. 2009).**

**- Al nivel de vida.**

Los procesos de la actividad ladrillera en general demanda materias primas, insumos y energía. Esto implica activar la actividad económica local. El desarrollo de las actividades administrativas y colaterales a la producción también demanda insumos y combustibles. La demanda de operarios y personal en general para las diversas actividades del proceso industrial, genera empleo a mano de obra local permanente. El efecto sobre la generación de empleo es optimo directo, permanente y en grado medio sobre la PEA local.

Con respecto a las emisiones atmosféricas al área laboral, sobre todo en las zonas de quema y vaciado del horno de los ladrillos horneados, en esta área los trabajadores están expuestos, sin protección, al polvo procedente de la descarga de los hornos y al humo producto de la combustión. De estas emisiones son los polvos en suspensión, por su tamaño (las PM - 10 ó partículas con diámetro menor a 10 micras), los que siendo respirables, podrían estar poniendo en riesgo la salud de los operarios, dado que podrían generar problemas respiratorios crónicos. Este

efecto ha sido identificado como irregular medio. **(DIREPRO SM. 2009).**

En las plantas ladrilleras son evidentes las deficiencias en medidas de seguridad industrial. Se carece de la adecuada señalización para indicar las zonas de seguridad, las zonas de peligro, ubicación de extintores, rutas de tránsito para los camiones o para los peatones, etc. Por otro lado la mayoría de las unidades productivas no cuenta con botiquín en el área de trabajo. **(DIREPRO SM. 2009).**

El efecto de la actividad ladrillera en general sobre la salud de los operarios es calificado como negativo alto.

**- Al uso del territorio.**

La alteración que se genera sobre el uso del territorio por las etapas del proceso de fabricación de ladrillos ha sido considerada como regular, con **mayor incidencia** sobre las **áreas boscosas el rozo o tumba de arboles**, el cual ha sido identificado como un impacto negativo, no se identificó impactos ambientales negativos sobre las áreas urbanas o industriales, ya que donde están asentadas las empresas ladrilleras esta categorizada según la ZEE\_Alto Mayo 2008, como una **Zona de Alto Potencial Urbano Industrial**, de esta manera no se genera un conflicto de uso del territorio. **(DIREPRO SM. 2009).**

**- A los ecosistemas.**

La actividad genera impacto ambiental negativo, ya que la actividad ladrillera a través de la extracción de arcilla, afecta al hábitat, al ecosistema, al nicho ecológico y al equilibrio ecológico, a ello se suma indirectamente los procesos de rozo o tumba de arboles y la quema de las chacras. Fuente: **(DIREPRO SM. 2009).**

#### **1.3.2.4.3. Buenas prácticas para el desarrollo de la actividad producción ladrillo de arcilla.**

##### **a) En materias primas:**

- Identifique las canteras de materias primas, MP, (greda, tierra, agregados) con los mejores rendimientos para la fabricación de ladrillos.
- Trate de adquirir solo material proveniente de estas fuentes exigiendo al transportista que la MP provenga de la cantera seleccionada.
- Si las canteras están lejos y se deben transportar las MP hasta los hornos, contratar preferentemente los vehículos con mayor capacidad de transporte.
- Adopte prácticas de orden y limpieza en los lugares de almacenamiento y manipulación. **(Ministerio de la Producción. 2010).**

##### **b) En combustibles:**

- Elimine el uso de combustibles altamente contaminantes como las llantas usadas, plásticos, aceites usados; y utilice combustible más coeficientes en la quema o cocción.
- Identifique a los proveedores serios y de buena calidad de combustible.
- Los combustibles sólidos son una buena opción; el aserrín de madera, las cáscaras de vegetales son buenas opciones por ser residuos de otros procesos.
- Una combustión eficiente es vital para alcanzar una buena eficiencia térmica, lo que implica aprovechar al máximo la energía disponible en el combustible. Una combustión ineficiente se manifiesta principalmente por un alto contenido de Oxígeno (O<sub>2</sub>), CO y hollín en el gas de chimenea así como inestabilidad en el encendido y en la cocción. **(Ministerio de la Producción. 2010).**

c) En formación y preparación de muestra:

- Tamice la materia prima para eliminar piedras, raíces, pedazos de madera, y otros elementos indeseables que afectan la calidad de la mezcla y del producto final.
- Utilice otros rellenos en la formulación de la mezcla. Pueden ser orgánicos como cáscara de café, cáscara de arroz, aserrín de madera; o cenizas de carbón recuperadas del proceso de cocción.
- Determine y defina bien las proporciones de los componentes de la mezcla que de mejores resultados según el tipo de ladrillo que se quiere producir.
- Registre y controle el uso y consumo de materias primas midiendo las cantidades de arcilla, tierra, agua y otros que se agregan en la mezcla (tierra puzolánica, cenizas de carbón, cáscaras de arroz o café, etc.), de manera que permita conocer la composición real.
- Forme y capacite permanente al personal sobre condiciones del proceso, seguridad industrial, manejo de materiales, salud laboral y ocupacional. **(Ministerio de la Producción. 2010).**

d) En modelado y labranza:

- Introduzca el uso de rebaja o chaflán en los moldes de los ladrillos macizos o tipo King Kong.
- Estandarice los tamaños de los moldes a utilizar para producir solamente dos tamaños de King Kong y un tamaño cada uno de pandereta y techo.
- Voltee por lo menos diariamente los ladrillos que se están secando.
- Proteja los moldes de madera de excesiva exposición al sol, cubriéndolos o colocándolos en agua.
- Instale un soporte resistente bien nivelado donde se apoye el molde. **(Ministerio de la Producción. 2010).**

e) En cocción o quema:

- Utilice combustibles limpios o de bajo impacto ambiental en el proceso de cocción o quema de ladrillos
- Aumente el espesor de las paredes de los hornos intermitentes existentes, de manera que el del cuerpo inferior sea equivalente a la quinta parte de la altura total; y el cuerpo superior la mitad del cuerpo inferior.
- No cargue ladrillo húmedo al horno porque el requerimiento de energía aumentará drásticamente con mayor demanda de combustible y el riesgo de fracaso en la quema será muy alto. **(Ministerio de la Producción. 2010).**

f) En gestión de residuos:

- Separe los residuos en el lugar donde se generan.
- En conexión con la aplicación de criterios de orden y limpieza, establezca espacios para depositar en forma segregada los residuos generados en el proceso (cenizas, escombros, bolsas, etc.) tratando de evitar traslados excesivos o innecesarios.
- Recupere las cenizas resultantes de la quema; para utilizarlas como componente de las mezclas en la preparación de ladrillos crudos.
- Instale en un lugar visible y de fácil acceso, un botiquín básico de primeros auxilios que incluya artículos para tratamiento de quemaduras. Instruya al personal en la prestación de atención de emergencia. **(Ministerio de la Producción. 2010).**

g) En higiene, seguridad y protección personal.

- Instale en un lugar visible y de fácil acceso, un botiquín básico de primeros auxilios que incluya artículos para tratamiento de quemaduras. Instruya al personal en la prestación de atención de emergencia
- Entrene y capacite al personal en la aplicación del manual de higiene y seguridad industrial.

- Exija el cumplimiento de las normas de seguridad incluidas en los respectivos manuales de operación para hornos. **(Ministerio de la Producción. 2010).**

#### **1.3.2.4.4. Potencial energético sostenible en la región San Martín.**

En el ámbito de la región San Martín existe un total de 104 empresas ladrilleras de las cuales 85 cuentan con maquinaria consistente en 1 motor petrolero y 1 máquina ladrillera, se encuentran ubicadas de la siguiente manera : 41 en la Provincia de Rioja realizan el trabajo en forma artesanal utilizando tracción animal (caballo) para la molienda, prensado y moldeado, 19 en la Prov. de Moyobamba, 05 en Lamas, 03 en la prov. El Dorado, 07 en la prov. de San Martín, 09 en Picota, 04 en Bellavista y 13 en Mariscal Cáceres, 12 prov. del Huallaga y 01 en la prov. de Tocache. Generalmente estas ladrilleras se instalan en las zonas donde hay abundancia de arcilla de calidad para obtener un buen producto final. De las 104 ladrilleras, 19 de ellas realizan el trabajo en forma artesanal, mezclando y prensado la arcilla mediante tracción animal ( representa el 18% del total de ladrilleras), 85 cuentan con un motor petrolero y una máquina ladrillera que representan el 82%. **(DIREPRO SM 2009).**

El proceso productivo se resume en lo siguiente : acopio de la arcilla, prensado y moldeado, secado y quemado en el horno. Se utilizan como materia prima la arcilla y como insumos el agua para la mezcla de la arcilla; se utiliza generalmente la leña para el quemado, se calcula en un 90% el uso de leña para esta actividad; el secado en época de verano (Abril a Diciembre) dura aproximadamente 08 días y en invierno dura 16 días, el quemado de los ladrillos se realizan en hornos rectangulares y/o cuadrados abiertos, utilizando como combustible la leña proveniente de los bosques y los cerros más cercanos a las plantas ladrilleras, el tiempo promedio de quemado es de 3 días. **(DIREPRO SM 2009).**

Las 104 ladrilleras de la región San Martín generan un total de 676 puestos de trabajo directo, producen aproximadamente 2,978 millares de ladrillos por mes, generalmente para muros del tipo “pandereta” de medidas 11x14x25 cm. Con 6 huecos y consumen un total de 14,935 m<sup>3</sup> de leña por mes, lo que representa un promedio de 5m<sup>3</sup> de leña para producir un millar de ladrillos. **(DIREPRO SM 2009).**

En la zona del Alto Mayo (provincias de Rioja y Moyobamba) se encuentran ubicadas 60 Mypes ladrilleras, 41 de la provincia de Rioja y 19 en la provincia de Moyobamba; están ubicadas principalmente en ambos lados de la Carretera Fernando Belaunde Terry, así como en los Distritos de Posic y Rioja en la provincia del mismo nombre y en los distritos de Soritor, Habana, Calzada, Moyobamba y Yantaló en la Provincia de Moyobamba, por la existencia de abundante arcilla de buena calidad y su cercanía a las principales carreteras; el precio promedio de un millar de ladrillos en planta es de S/. 700.00 , muy pocos entregan a domicilio. **(DIREPRO SM 2009).**

El abastecimiento de la arcilla proviene de su propias canteras no compran la arcilla, tierra ni arena; solamente el 10% cuenta con autorización de la Dirección Regional de Energía y Minas para la extracción de la arcilla, las demás están en proceso de adecuación 55 ladrilleras del Alto Mayo cuentan con un DAP (Diagnostico, Ambiental Preliminar) presentados a la DIREPRO. **(DIREPRO SM 2009).**

El agua que consumen para remojar la arcilla no es en abundancia y provienen de pozos artesanales y agua de lluvia acumulada.

Las áreas ocupadas por las ladrilleras son de tipo rural no apto para labores agrícolas solamente el 63% cuentan con Licencia Municipal de Funcionamiento.

La leña para el quemado lo consiguen comprando a los agricultores migrantes que deforestan incluso las zonas de amortiguamiento y nacientes de quebradas y riachuelos; ninguna de las ladrilleras contribuyen con la reforestación de zonas deforestadas, el promedio de consumo de leña en los hornos abiertos rectangulares es de 5 M3 x millar de ladrillo tipo pandereta de 11x14x25 cm. y en los hornos cerrados con chimenea el consumo promedio es de 2 m 3 x millar de ladrillos. **(DIREPRO SM 2009).**

Los residuos sólidos generados son utilizados para rellenar los caminos de acceso a las ladrilleras, a las zonas de extracción de la leña, también para rellenar las zanjas que quedan después de la extracción de la arcilla; las cenizas lo utilizan como abono para el café y cacao.

La máquina ladrillera cumple las funciones de empujar la arcilla con un eje sin fin hacia la caja moldedora de donde sale el ladrillo para ser cortado y luego trasladado a los secadores; el motor petrolero es para dar movimiento a la máquina ladrillera. **(DIREPRO SM 2009).**



### 1.3.3. Definición de Términos.

- **Impacto ambiental:** Acción o actividad que produce una modificación o alteración en el medio, o en algunos componentes del medio.
- **Contaminación:** Sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio en un ecosistema, medio físico o un ser vivo.
- **Investigación:** Es una actividad humana orientada a la obtención de nuevo conocimientos y, por esa vía, ocasionalmente dar solución a problemas o interrogantes de carácter científico.
- **Arcilla:** La arcilla es un material natural que está constituido por minerales en forma de granos. Puede ser un material muy moldeable al ser combinado con agua, por se le puede dar cualquier forma y luego, se endurece al secar o al ser sometida al calor. Por esas propiedades, la arcilla es ampliamente utilizada para realizar objetos cerámicos; de hecho, fue la primera cerámica realizada por el hombre y hasta hoy, uno de los materiales más utilizados.
- **NOx:** Es un término genérico que hace referencia a un grupo de gases muy reactivos [tales como el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)] que contienen nitrógeno y oxígeno en diversas proporciones.
- **SOx:** Se refiere a el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y el trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) son dos clases de químicos. Sin embargo, ambos están compuestos por átomos de azufre y oxígeno. También forman parte de algunos tipos de contaminación del aire. Los científicos usan el término "óxidos de azufre" cuando quieren referirse a estos dos químicos a la vez.
- **Industria manufacturera:** Es una fase de la producción económica de los bienes. Consiste en la transformación de materias primas en productos manufacturados, productos elaborados o productos terminados para su distribución y consumo. También involucra procesos de elaboración de productos semi- manufacturados o productos semielaborados.
- **Diagrama de flujo:** Es la representación gráfica del algoritmo o

proceso. Se utiliza en disciplinas como la programación, la economía los procesos industriales y la psicología cognitiva. Estos diagramas utilizan símbolos con significados bien definidos que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de fin de proceso.

- **Extrusora:** La extrusión es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada. Las dos ventajas principales de este proceso por encima de procesos manufacturados son la habilidad para crear secciones transversales muy complejas y el trabajo con materiales que son quebradizos, porque el material solamente encuentra fuerzas de compresión y de cizallamiento.
- **Horneado:** Es el proceso de cocción por medio de calor seco que generalmente se efectúa en un horno.
- **Arquería:** Una arquería es una estructura vertical de sostén formada por una sucesión de arcos que se dispone en un solo orden o en varios superpuestos.
- **Muestra:** Es la actividad por la cual se toman ciertas muestras de una población de elementos de los cuales vamos a tomar ciertos criterios de decisión, el muestreo es importante porque a través de él podemos hacer análisis de situaciones de una empresa o de algún campo de la sociedad.
- **Línea Base:** Es la medida inicial o estado de la situación problema antes de iniciar las actividades del proyecto, en base al cual se podrá hacer comparación para verificar los cambios, es el punto de partida.
- **Vulnerable:** Se aplica a la persona, al carácter o al organismo que es débil o que puede ser dañado o afectado fácilmente porque no sabe o no puede defenderse.
- **Adecuación:** Es la propiedad de los textos basada en el cumplimiento de ciertas normas y principios relacionados con el emisor, receptor, el tema y la situación y que afecta a la estructura, pertinencia y comprensibilidad de un texto.

## **1.4. Variables.**

### **1.4.1. Variable Dependiente.**

- Eficiencia de la quema de ladrillo de arcilla con cascarilla de arroz.

### **1.4.2. Variable Independiente.**

- Cantidad de Cascarilla de arroz utilizados/ quema.
- Cantidad de Ladrillo rotos/quema
- Cantidad de residuos sólidos/quema

## **1.5. Hipótesis.**

H1: El quemado de ladrillo de arcilla con cascarilla de arroz en hornos cerrados genera baja cantidad de ladrillos rotos y residuos sólidos.

Ho: El quemado de ladrillo de arcilla con cascarilla de arroz en hornos cerrados genera alta cantidad de ladrillos rotos y residuos sólidos.

## CAPITULO II: Marco Metodológico.

### 2.1. Tipo de Investigación.

De acuerdo a la orientación.

- **Aplicada:** Busca el mejoramiento y la solución de problemas utilizando los logros de la investigación básica, para el presente caso la investigación se basa en la cascarilla de arroz para un fin específico tomando datos de investigaciones anteriores.

De acuerdo a la técnica de contrastación

- **Descriptiva:** Por la técnica de contrastación, para explicar los fenómenos económicos, sociales, ambientales. Mide con precisión una o más variables de una población o muestra.- No hay manipulación del objeto de investigación.

### 2.2. Diseño de Investigación.

- **Contrastación de la hipótesis.**

Se basa en la evaluación a través de indicadores a cada una de las unidades productivas identificadas, el cual se detalla:

Cuadro N° 01: Indicadores de Evaluación de Eficiencia y Generación de RR.SS.

N°	Indicador	Descripción
1	Toneladas de Cascarilla/Carbón Mineral/Leña x Millar de Ladrillo Cocido	Indica el consumo de combustible necesario para cocer un número determinado de ladrillos. Permite un seguimiento rendimiento de la cocción y evaluar el efecto de las mejoras que se introduzcan en el eficiencia del proceso.
2	Kg. de Cascarilla /Kg. de ladrillo	Indicador similar al anterior pero que expresa el rendimiento en función del peso en lugar de número de ladrillos. Es útil para relacionar rendimientos en diferentes tipos de ladrillos.
3	% de ladrillos rotos o crudos sobre cocidos /quema	Indicador de eficiencia de quemado. Se puede utilizar para obtener los resultados de una quema, como también para

		comparar el promedio de los resultados en un periodo de tiempo.
4	Toneladas o Kg., e cenizas y ladrillos rotos/quema	Indica la cantidad de residuos sólidos que se genera por quema; la misma que ayuda determinar la perdida por quema.

Fuente: Ministerio de la Producción. Guía de Buenas Prácticas Producción Ladrillo de Arcilla. 2010.

### 2.3. Población y muestra.

▪ **Población:**

Total de ladrilleras de las provincias de Moyobamba y Rioja.

▪ **Muestra:**

Total de ladrilleras que cuentan con hornos cerrados y utilizan como fuente de energía la cascarilla de arroz en un 100%.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para la recolección de datos se utilizó las siguientes técnicas.

**a) De Fuentes Primarias.**

La obtención de información de fuentes primarias estuvo basada principalmente en la recopilación de la información por cada unidad productiva identificada, para lo cual se realizó las siguientes actividades:

**De campo:**

- Identificación de Mypes de Producción de Ladrillo de Arcilla que cuenten con sistema de quema en hornos cerrados y como fuente de energía la cascarilla de arroz en un 100%.
- Georeferenciación de las unidades productivas seleccionadas.
- Aplicación del borrador de la ficha de levantamiento de información para realizar los ajustes del caso.
- Corrección de la ficha de levantamiento de información.

- Inicio de levantamiento de información por un tiempo de seis (06) meses. Se inició en el mes de Febrero a Julio del 2013. Se obtuvo un registro de información por mes por unidad productiva seleccionada.

#### **De Gabinete:**

- Se realizó la sistematización de la información recolectada en las fichas de evaluación.
- Procesamiento y cálculo en base de los indicadores establecidos para el cumplimiento de los objetivos.
- Organización de los resultados y presentaciones gráficas para una mejor ilustración.
- Estructuración del informe final de acuerdo a los reglamentos de Grados y Títulos Vigentes.

#### **b) De Fuentes Secundarias.**

La información de fuentes secundarias estuvo basada en información adicional que ayudó a evaluar los resultados obtenidos del campo; ello ayudará a complementar la información primaria; las fuentes que se tomaron en cuenta son publicaciones, libros, folletos, revistas, periódicos, registros de instituciones, aportes de especialistas y pobladores de la zona.

#### **c) Equipos e Instrumentos.**

- Equipo de Posicionamiento Global –GPS.
- Cámara fotográfica.
- Filmadora de ser el caso.
- Ficha de Evaluación.
- Cartografía de Ubicación de las Mypes de Producción de Ladrillo.

### **2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Las técnicas de procesamiento y análisis de datos serán no estadísticos por ser descriptivo; la evaluación estuvo basado en la determinación de indicadores, análisis comparativo de datos obtenidos a través de las fichas (Peso/Costo/Tiempo/Cantidad del producto obtenido), para ser proyectados mediante gráficos y ponderaciones porcentuales.

## CAPITULO III: Resultados.

### 3.1. Resultados.

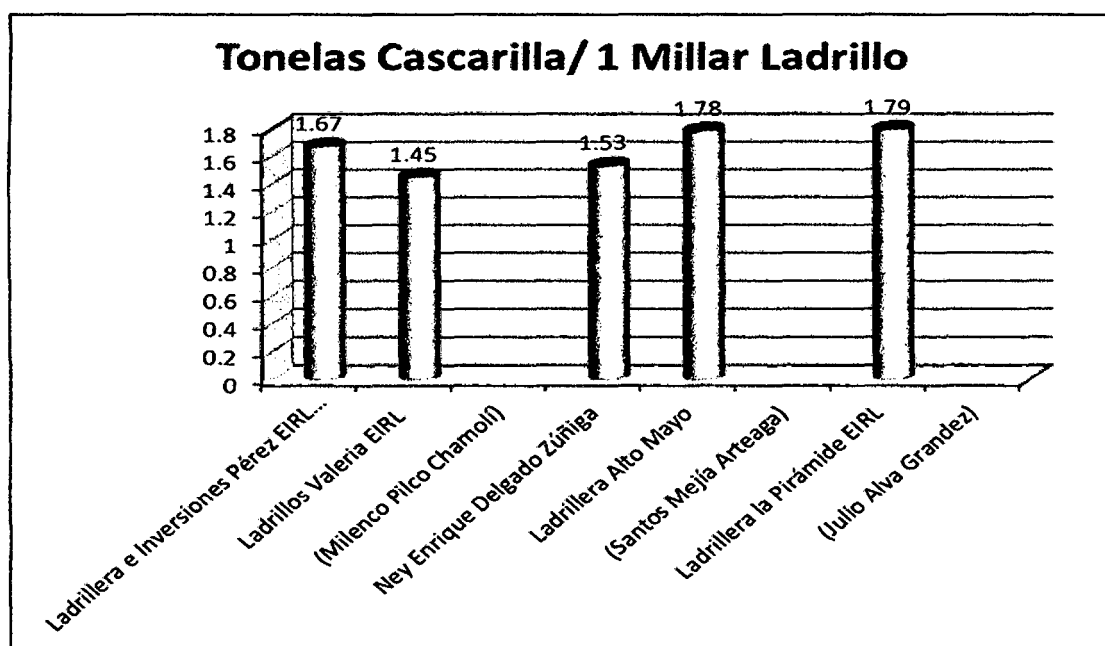
#### 3.1.1. Toneladas de cascarilla de arroz usado por millar de ladrillos cocidos en hornos cerrados.

**Cuadro N° 02:** Promedio de cascarilla de arroz/millar ladrillo/quema.

N°	Nombre Empresa Ladrillera	Coord. WGS84	Tipo de Horno	Cap. Horno/ Millar	Promedio Toneladas Cascarilla de Arroz/Quema	Toneladas Cascarilla/ Millar Ladrillo
1	Ladrillera e Inversiones Pérez EIRL (Maximiliano Pérez Verástegui)	280448/ 9331028	Cerrado	18.00	30.10	1.67
2	Ladrillos Valeria EIRL (Milenco Pilco Chamolí)	260787/ 9327693	Cerrado	25.00	36.30	1.45
3	Ney Enrique Delgado Zúñiga	260327/ 9334113	Cerrado	25.00	38.20	1.53
4	Ladrillera Alto Mayo (Santos Mejía Arteaga)	257166, 9332126	Cerrado	16.00	28.50	1.78
5	Ladrillera la Pirámide EIRL (Julio Alva Grandez)	253974/ 9333674	Cerrado	18.00	32.30	1.79
<b>PROMEDIO</b>						<b>1.64</b>

Fuente: Elaboración propia, 2013.

**Gráfico N° 01:** Promedio de cascarilla de arroz/millar ladrillo/quema.



Fuente: Elaboración propia, 2013.

### Interpretación.

El gráfico nos muestra que el mayor valor promedio de uso de cascarilla de arroz es de 1.79 TM/millar; se puede observar que los hornos que cuentan con mayor capacidad de quemado en millares como son Ladrillos Valeria EIRL, y Ney Enrique Delgado Zúñiga requieren menor cantidad de cascarilla de arroz en 1.45 TM y 1.53 TM respectivamente.

### 3.1.2. % de ladrillos rotos – crudos sobre cocidos por quema usando cascarilla de arroz, en hornos cerrados.

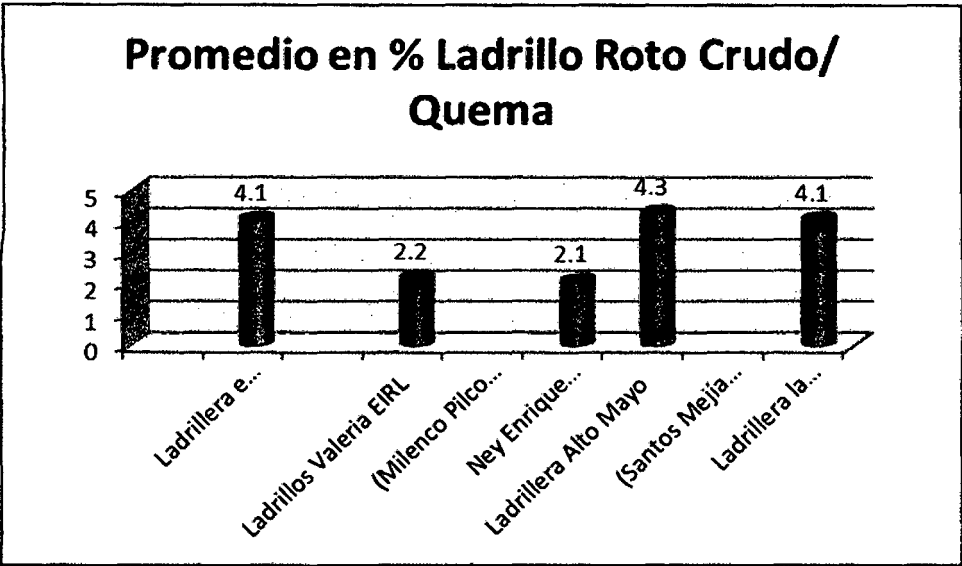
**Cuadro N° 03:** Promedio en % de ladrillos rotos -crudos /quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.

N°	Nombre Empresa Ladrillera	Coord. WGS84	Tipo de Horno	Cap. Horno/ Millar	Promedio en % Ladrillo Roto Crudo/ Quema	Promedio en Unid. Ladrillo Roto Crudo/ Millar	Promedio en Kg. Ladrillo Roto Crudo/ Millar
1	Ladrillera e Inversiones Pérez EIRL (Maximiliano Pérez Verástegui)	280448/ 9331028	Cerrado	18.00	4.10	41.00	143.50
2	Ladrillos Valeria EIRL (Milenco Pilco Chamolí)	260787/ 9327693	Cerrado	25.00	2.20	22.00	77.00
3	Ney Enrique Delgado Zúñiga	260327/ 9334113	Cerrado	25.00	2.10	21.00	73.50
4	Ladrillera Alto Mayo (Santos Mejía Arteaga)	257166, 9332126	Cerrado	16.00	4.30	43.00	150.50
5	Ladrillera la Pirámide EIRL (Julio Alva Grandez)	253974/ 9333674	Cerrado	18.00	4.10	41.00	143.50
<b>PROMEDIO</b>					<b>3.36</b>	<b>33.6</b>	<b>117.6</b>

Fuente: Elaboración propia, 2013.



**Gráfico N° 02:** Promedio en % de ladrillos rotos -crudos /quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.

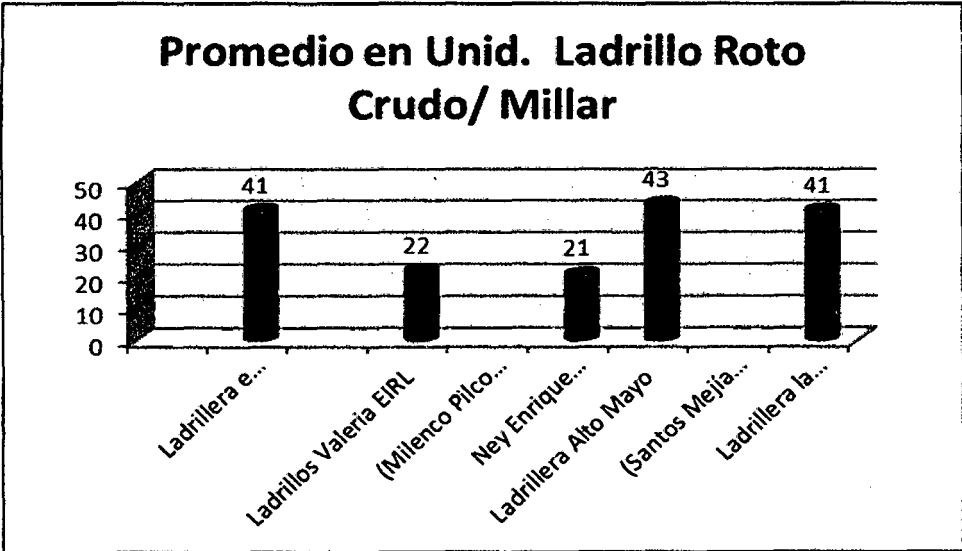


Fuente: Elaboración propia, 2013.

**Interpretación:**

Las ladrilleras Ladrillos Valeria EIRL y Ney Enrique presenta menor % de generación de ladrillo roto crudo por millar, los cuales cuentan con mayor capacidad de quema 25 millares en comparación del mínimo que cuenta con 16 millares.

**Gráfico N° 03:** Promedio en unid. de ladrillos rotos -crudos /quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz/millar.

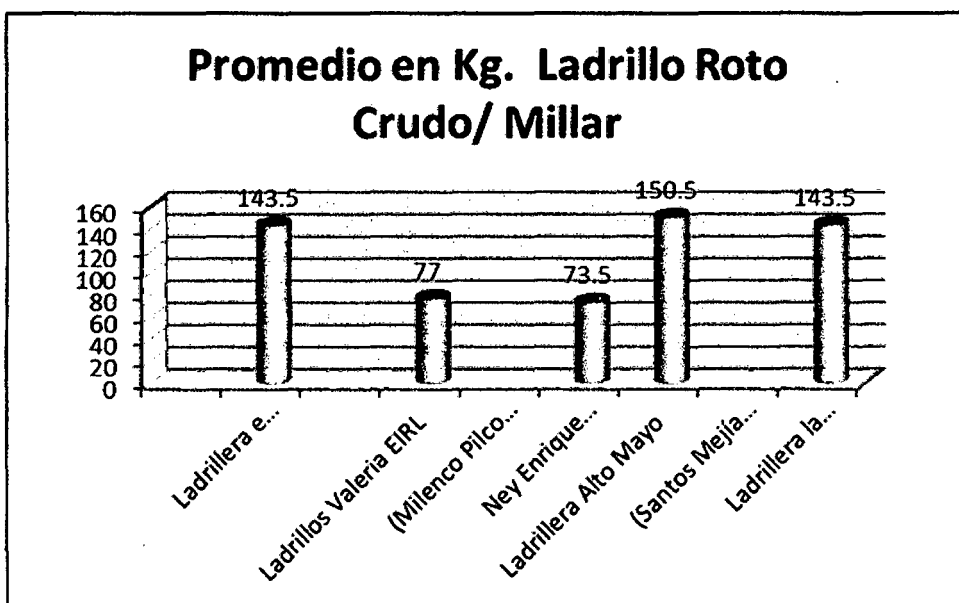


Fuente: Elaboración propia, 2013.

### Interpretación.

Las ladrilleras Ladrillos Valeria EIRL y Ney Enrique presenta menor número de generación de ladrillo roto crudo por millar, los cuales cuentan con mayor capacidad de quema 25 millares en comparación del mínimo que cuenta con 16 millares.

**Gráfico N° 04:** Promedio en kg. de ladrillos rotos -crudos /quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz/millar.



Fuente: Elaboración propia, 2013.

### Interpretación.

Las ladrilleras Ladrillos Valeria EIRL y Ney Enrique presenta menor peso en kg., de generación de ladrillo roto crudo por millar, los cuales cuentan con mayor capacidad de quema 25 millares en comparación del mínimo que cuenta con 16 millares.

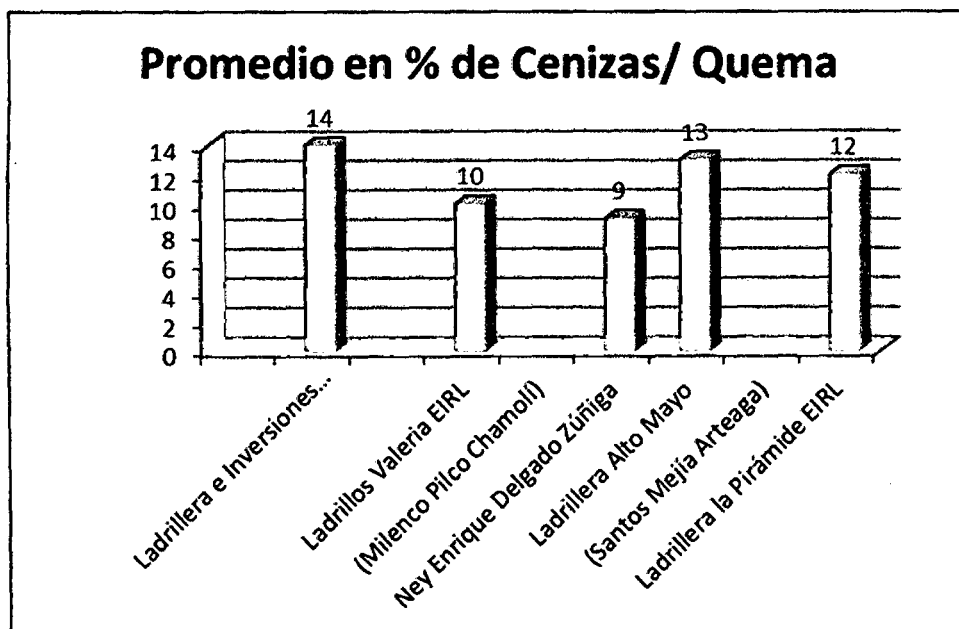
### 3.1.3. Kg de escombros generado por quema.

**Cuadro N° 04:** Promedio en % - Kg. de cenizas /quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.

N°	Nombre Empresa Ladrillera	Coord. WGS84	Tipo de Horno	Cap. Horno/Millar	Promedio Toneladas Cascarilla de Arroz/Quema	Promedio en % de Cenizas/Quema	Promedio en kg de Cenizas/Millar
1	Ladrillera e Inversiones Pérez EIRL (Maximiliano Pérez Verástegui)	280448/9331028	Cerrado	18.00	30.10	14.00	234.10
2	Ladrillos Valeria EIRL (Milenco Pilco Chamoli)	260787/9327693	Cerrado	25.00	36.30	10.00	145.20
3	Ney Enrique Delgado Zúñiga	260327/9334113	Cerrado	25.00	38.20	9.00	137.52
4	Ladrillera Alto Mayo (Santos Mejía Arteaga)	257166,9332126	Cerrado	16.00	28.50	13.00	231.50
5	Ladrillera la Pirámide EIRL (Julio Alva Grandez)	253974/9333674	Cerrado	18.00	32.30	12.00	215.33
<b>PROMEDIO</b>							

Fuente: Elaboración propia, 2013.

**Gráfico N° 05:** Promedio en % de cenizas /quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.

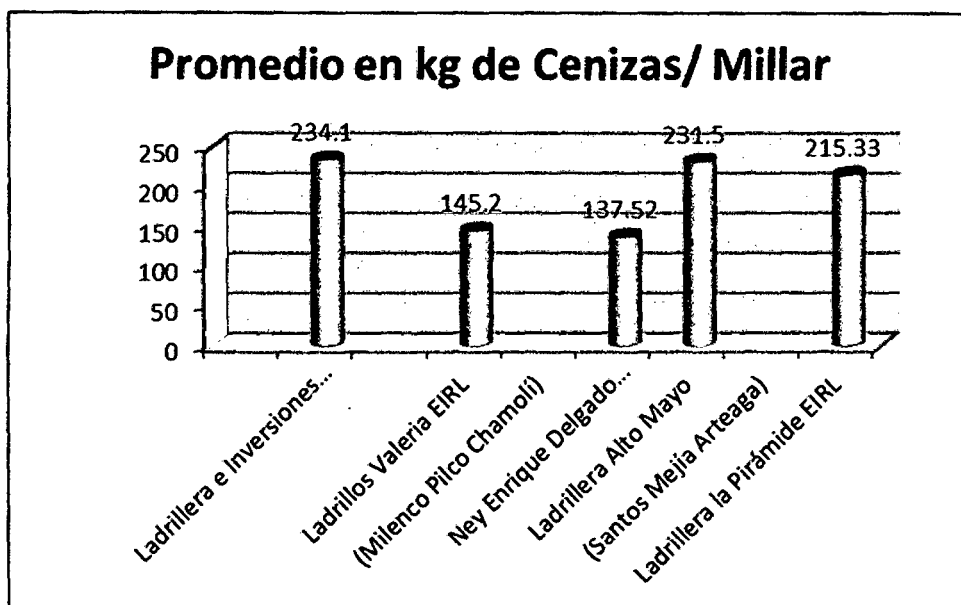


Fuente: Elaboración propia, 2013.

### Interpretación.

Las ladrilleras con hornos de menor capacidad de quema generan mayor % de cenizas en comparación de las ladrilleras con mayor capacidad de quema 25 millares como son Ney Enrique Delgado Zúñiga y Ladrillos Varia EIRL.

**Gráfico N° 06:** Promedio Kg. de cenizas /quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.



Fuente: Elaboración propia, 2013.

### Interpretación.

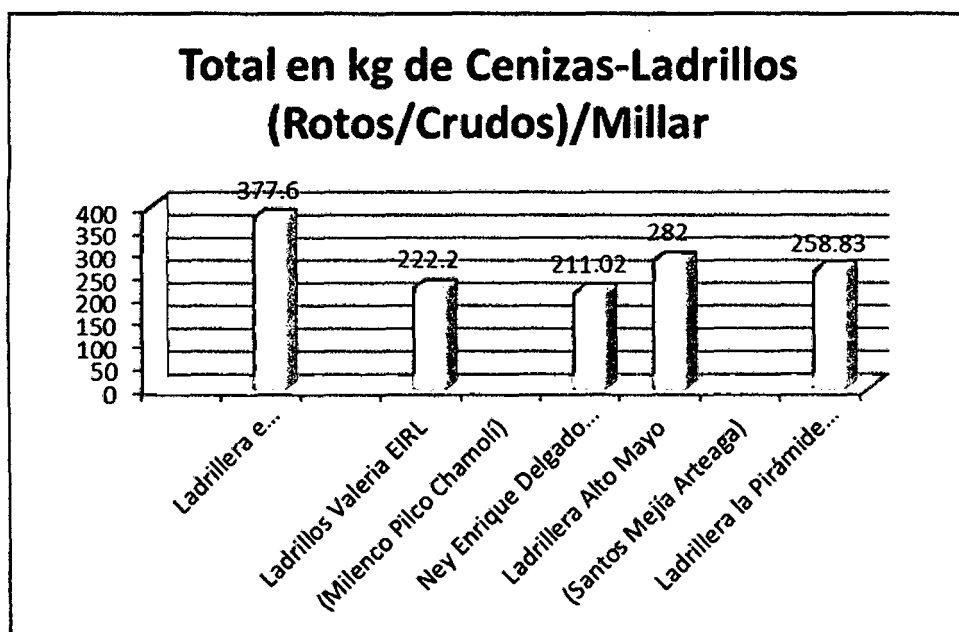
Las ladrilleras con hornos de menor capacidad de quema generan mayor peso en Kg., de cenizas en comparación de las ladrilleras con mayor capacidad de quema 25 millares como son Ney Enrique Delgado Zúñiga y Ladrillos Varia EIRL.

**Cuadro N° 05:** Promedio de ladrillos rotos –crudos y cenizas en Kg/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.

N°	Nombre Empresa Ladrillera	Coord. WGS84	Tipo de Horno	Cap. Horno/Millar	Promedio en Kg. Ladrillo Roto Crudo/Millar	Promedio en kg de Cenizas/Millar	Total en kg de Cenizas-Ladrillos (Rotos/Crudos)/Millar
1	Ladrillera e Inversiones Pérez EIRL (Maximiliano Pérez Verástegui)	280448/ 9331028	Cerrado	18.00	143.50	234.10	377.60
2	Ladrillos Valeria EIRL (Milenco Pilco Chamolí)	260787/ 9327693	Cerrado	25.00	77.00	145.20	222.20
3	Ney Enrique Delgado Zúñiga	260327/ 9334113	Cerrado	25.00	73.50	137.52	211.02
4	Ladrillera Alto Mayo (Santos Mejía Arteaga)	257166, 9332126	Cerrado	16.00	150.50	231.50	282.00
5	Ladrillera la Pirámide EIRL (Julio Alva Grandez)	253974/ 9333674	Cerrado	18.00	143.50	215.33	258.83
<b>PROMEDIO</b>					<b>117.6</b>	<b>192.73</b>	<b>310.33</b>

Fuente: Elaboración propia, 2013.

**Gráfico N° 07:** Promedio de ladrillos rotos –crudos y cenizas en Kg/quema de ladrillo arcilla en hornos cerrados/cascarilla de arroz.



Fuente: Elaboración propia, 2013.

### Interpretación.

La Ladrillera e Inversiones Pérez presenta mayor cantidad de generación en kg., de cenizas y ladrillos rotos-crudos 377.6 kg., en comparación con la ladrillera Ney Enrique Delgado Zúñiga 211.02 kg.

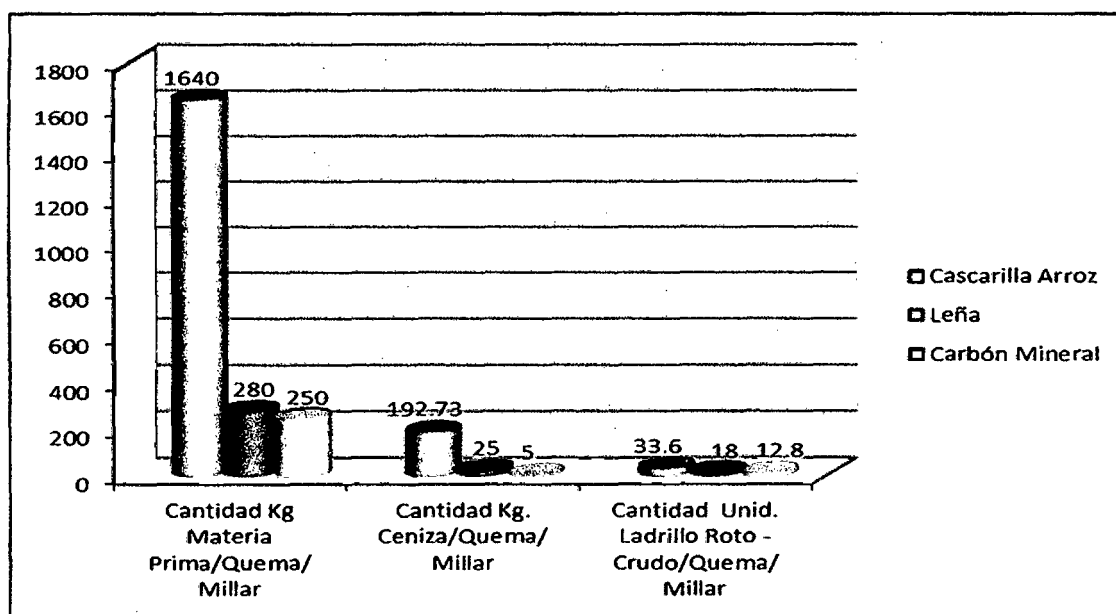
#### 3.1.4. Comparativo de cantidad de recursos energético, generación de ladrillos rotos - crudos y cenizas/millar de ladrillo de arcilla/quema/hornos cerrados.

**Cuadro N° 06:** Comparativo de recursos energético para quemado de ladrillo de arcilla.

Nº	Tipo de Materia Prima Energética	Cantidad Kg Materia Prima/Quema/ Millar	Cantidad Kg. Ceniza/Quema/ Millar	Cantidad Unid. Ladrillo Roto - Crudo/Quema/ Millar
01	Cascarilla Arroz	1640.00	192.73	33.60
02	Leña	280.00	25.00	18.00
03	Carbón Mineral	250.00	5.00	12.80

Fuente: Elaboración propia, 2013.

**Gráfico N° 08:** Comparativo de recursos energético para quemado de ladrillo de arcilla.



Fuente: Elaboración propia, 2013.

### Interpretación.

El quemado de ladrillo mediante el uso de fuente de energía con cascarilla de arroz requiere mayor cantidad de insumo, genera mayor cantidad de cenizas y unidades de ladrillo roto – crudo; seguido por la leña y carbón mineral.

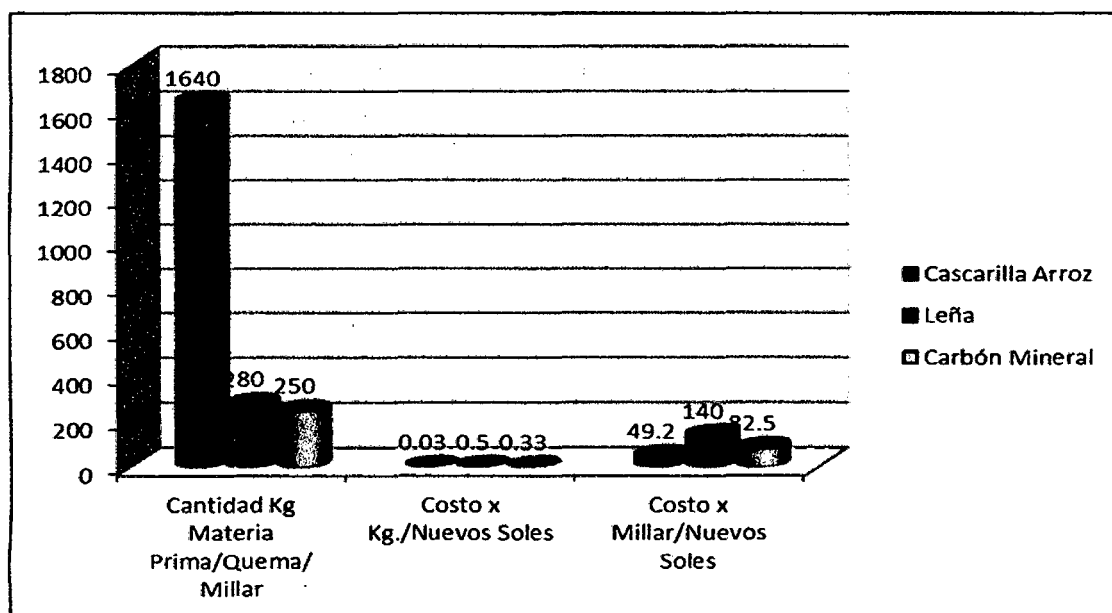
#### 3.1.5.Comparativo de costos en nuevos soles por recursos energético/millar de ladrillo de arcilla/quema/hornos cerrados.

**Cuadro N° 07:** Comparativo de costos en nuevos soles recursos energéticos para la quema de ladrillo de arcilla.

N°	Tipo de Materia Prima Energética	Cantidad Kg Materia Prima/Quema/ Millar	Costo x Kg./Nuevos Soles	Costo x Millar/Nuevos Soles
01	Cascarilla Arroz	1640.00	0.03	49.20
02	Leña	280.00	0.50	140.00
03	Carbón Mineral	250.00	0.33	82.50

Fuente: Elaboración propia, 2013.

**Gráfico N° 09:** Comparativo de costos en nuevos soles recursos energéticos para la quema de ladrillo de arcilla.



Fuente: Elaboración propia, 2013.

**Interpretación.**

El quemado de ladrillo mediante el uso de fuente de energía con cascarilla de arroz representa el menor costo S/. 49.2 nuevos soles/millar, seguido por el carbón mineral S/. 82.5 nuevos soles/millar y leña S/. 140.00 nuevos soles/millar.



### **3.2. Discusiones.**

**3.2.1.**De acuerdo a la evaluación realizada se requiere 1.64 Tm (1640 kg) de cascarilla de arroz/millar de ladrillo quemado, en comparación de la leña que se requiere 280 kg., carbón mineral en 250 kg., por millar de ladrillo de arcilla quemado, esto debido que en las provincias de Moyobamba y Rioja de acuerdo a la línea base elaborada con información del año 2009 alcanzada por la Dirección Regional de la Producción de San Martín contamos con 55 unidades productivas que representa cerca del 84% de la producción regional.

**3.2.2.**La eficiencia de determinadas fuentes de energía de acuerdo a los indicadores establecidos se ve reflejado en la cantidad de pérdidas (ladrillo roto – crudo) que cada quema genera. De acuerdo a lo evaluado haciendo uso de cascarilla de arroz se genera un promedio de 33.6 unidades de Ladrillo Roto y crudo/millar de ladrillo quemado que representa el 3.36%; quemando con Leña un promedio de 18.00 unidades y quemando con Carbón Mineral un total de 12.80 unidades de ladrillos rotos – crudos /millar de ladrillo quemado; lo que nos demuestra que la cascarilla de arroz en condiciones como se viene realizando la quema del ladrillo no representa eficiencia frente a otras fuentes alternativas como la leña y carbón mineral.

**3.2.3.**Parte de la problemática ambiental es la generación de escombros como cenizas, como se sabe dicho producto se genera por una combustión incompleta, lo cual impide la volatilización de los compuestos; evaluado este indicador los resultados demuestran que los hornos cerrados que vienen quemando con cascarilla de arroz generan un total de 192.73 kg de cenizas/millar de ladrillo quemado; los hornos que queman con leña un promedio de 25.00 kg/millar y carbón mineral un promedio de 5 kg. de cenizas/millar de ladrillo quemado. De lo antes mencionado se aprecia que la cascarilla de arroz genera mayor cantidad de cenizas incrementando la generación de material particulado durante y después del proceso de quema, los mismos que podrán afectar la salud de los trabajadores y población de los alrededores.

**3.2.4.** Realizada la evaluación económica de las fuentes alternativas se tiene como resultado para la quema de 1 millar de ladrillo de arcilla con cascarilla de arroz un total de S/. 49.50 nuevos soles, con leña S/. 140.00 nuevos soles y carbón mineral un total de S/. 82.50 nuevos soles; en tal sentido se puede precisar que la preferencia del uso de la cascarilla de arroz para el proceso del quemado del ladrillo de arcilla obedece íntegramente a su bajo costo, sin evaluar el alto % de ladrillos rotos y crudos así como la generación de cenizas lo que viene generando problemas para su disposición y salubridad de los trabajadores y población circundante.

### **3.3. Conclusiones.**

Realizado la presente investigación se llega a las siguientes conclusiones.

**3.3.1.** Para la quema de 1 millar de ladrillo de arcilla en hornos cerrados con cascarilla de arroz se requiere un total de 1.64 Tm (1640 kg), en comparación de la leña que se requiere 280 kg., carbón mineral en 250 kg., resultando ineficiente por el alto volumen que representa.

**3.3.2.** El % de ladrillos rotos – crudos por millar de ladrillo quemado en hornos cerrados con cascarilla de arroz es de 3.36 % equivalente a 33 unidades, en comparación con la leña de 18.00 unidades y carbón mineral de 12.80 unidades; lo cual nos demuestra que la cascarilla de arroz en condiciones como se viene realizando la quema del ladrillo no representa eficiencia energética frente a otras fuentes alternativas como la leña y carbón mineral; su uso actual obedece íntegramente a su bajo costo equivalente a S/.49.50 Nuevos soles para quemar 01 millar de ladrillo en comparación con los S/. 140.00 nuevos soles en Leña y S/. 82.50 nuevos soles en carbón mineral.

**3.3.3.** En lo que respecta a la generación de escombros como la ceniza es ineficiente en hornos cerrados que vienen quemando con cascarilla de arroz haciendo a un total de 192.73 kg de cenizas/millar de ladrillo quemado; los hornos que queman con leña un promedio de 25.00 kg/millar y carbón mineral un promedio de 5 kg. de cenizas; elevando la potencialidad de generar impactos ambientales por disposición final y partículas principalmente.

### **3.4. Recomendaciones.**

- Establecer mecanismos de disposición final de las cenizas y ladrillos rotos que se generan producto de la quema con cascarilla de arroz.
- Realizar el compactado de la cascarilla de arroz (briquetas), incrementando con ello el volumen y generando poder calorífico del mismo.
- Orientar a los empresarios ladrilleros para realizar una evaluación económica del todo el proceso productivo, comparando con sistema de quema de ladrillo de arcilla con cascarilla de arroz en hornos abiertos.
- Realizar investigaciones orientadas a generar sistemas de quema haciendo uso de gas natural o electricidad a fin de reducir el alto % de cenizas y ladrillos rotos y crudos.
- Realizar una pasantía de ladrilleros de San Martín para intercambiar conocimientos con las Mypes ladrilleras de otras regiones del país, como: Lambayeque y Ucayali, donde el proceso de quema de ladrillos se realiza con sistemas integrados.
- Elaborar una cartilla de buenas prácticas para la actividad ladrillera en San Martín y difundirlo entre los actores principales de la cadena productiva de ladrillo de arcilla.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. Cooperación Técnica Alemana-GTZ. (2009). Diagnóstico Territorial del Departamento de San Martín. Perú.
2. Chao Tung F. (1987). Pautas para el Diseño y Construcción de Fogones Eficientes para la Combustión de cáscara de arroz. Ecuador.
3. Dirección Regional de la Producción San Martín (2009). Proceso de Adecuación Ambiental de las Mypes de Producción de Ladrillo de Arcilla San Martín. Perú.
4. Decreto Supremo N° 019-97-ITINCI (1997). Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera. Perú.
5. Bender J. ( 2010). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo – Industrias Manufactureras: Vidrio, Cerámica y Materiales Afines. Colombia.
6. Gobierno Regional de San Martín (2008). Plan Forestal Regional.
7. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana –IIAP. (2009). Potencialidades y Limitaciones del Departamento de San Martín. Perú.
8. Lozada Cubas J. (2012). Evaluación de la Reducción de uso de Leña, para la Producción de Ladrillo de Arcilla, provincias de Moyobamba y Rioja. Perú.
9. Ministerio de la Producción. (2010). Guía de Buenas Prácticas Producción de Ladrillo de Arcilla. Perú.
10. Prada A. (2010). La Descomposición Térmica de la Cascarilla de Arroz: Una Alternativa de Aprovechamiento Integral. Estados Unidos.
11. Sierra Aguilar J. (2009). Alternativas de Aprovechamiento de la Cascarilla de Arroz en Colombia. Colombia.
12. Varón Camargo J. (2004). Caracterización Térmica y Estequiométrica de la Combustión de la Cascarilla de Arroz. Colombia.
13. Valverde A. (2007). Análisis Comparativo de las Características Físico Químicas de la Cascarilla de Arroz. Colombia.

## **ANEXOS**

1. Ficha de levantamiento de información.

**FICHA DE LEV. INFORMACION DE CAMPO ACTUALIZACION LINEA BASE – INDUSTRIAL**  
**MYPES LADRILLERAS N° .....**

**I. DATOS REFERENCIALES:**

1. Nombre o Razón Social: .....
2. Dirección: ..... Teléfono: .....
3. N° de RUC: ..... DNI: .....
4. Ubicación: Dist.: ....., Prov.: ....., Dpto: .....
5. Coordenadas UTM: (WGS 84):

X:	Y:
----	----

**II. LICENCIA Y/O PERMISOS DE FUNCIONAMIENTO:**

Si		No	
----	--	----	--

**III. ASPECTOS DEL PROCESO:**

- a) Tipo de Producto y Producción Mensual:

Tipo:	Cant. .... Millar/mes
-------	-----------------------

- b) N° y Tipo de Hornos: .....

Abierto Cap: .....	Cerrado Cap: .....
-----------------------	-----------------------

- c) Tipo de Fuente de Energía:

Leña: Cant: .....	Cascarilla Arroz: Cant: .....	Carbón Mine.: Cant: .....
----------------------	----------------------------------	------------------------------

- d) N° Trabajadores: .....

**IV. ASPECTOS AMBIENTALES:**

- a) Estudio Ambiental:

Estado:

DIA	DAP	PAMA	IA	Aprobado	Observado	Evaluación
-----	-----	------	----	----------	-----------	------------

- b) Manejo de RR.SS.  
(Señalización)

SI	NO
----	----

- c) Manejo de Canteras

SI	NO
----	----

- d) Seguridad Industrial

SI	NO
----	----

- a) Salud Ocupacional (Equipos de protección personal):

SI	NO
----	----

**V. OBSERVACIONES:**

.....  
.....  
Moyobamba; ..... de ..... del .....

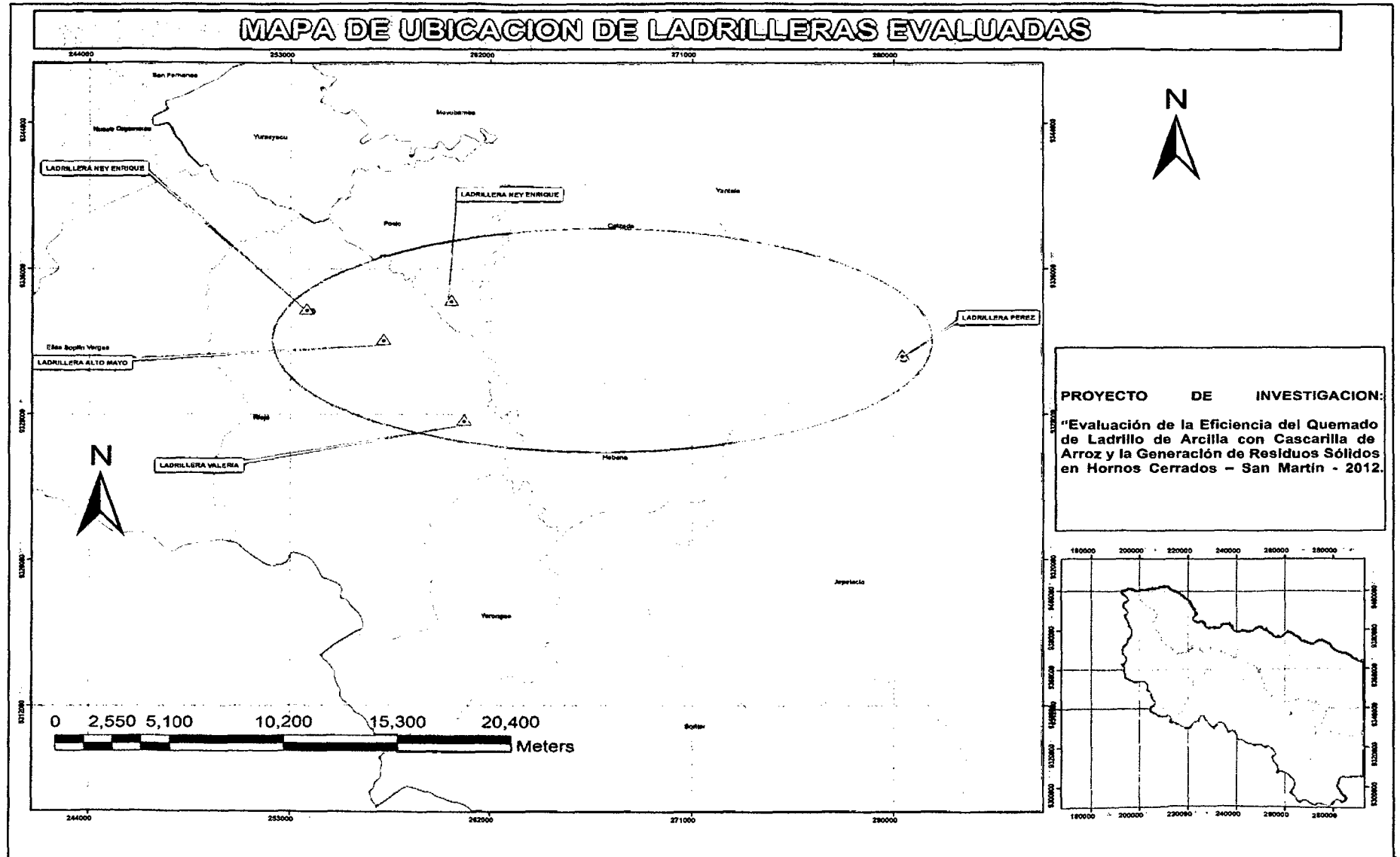
Inspector de la DIREPRO –SM

Representante de la Empresa

Sr.(a)

DNI:

## 2. Mapa de ubicación de ladrilleras evaluadas.





### 3. Fotos de trabajo de campo realizado.

#### 3.1. Foto de horno cerrado con capacidad de 16 millares



Fuente: Trabajo de campo, 2013.

#### 3.2. Foto de horno cerrado con capacidad de 18 millares.



Fuente: Trabajo de campo, 2013.

3.3. Foto de horno cerrado con capacidad de 25 millares.



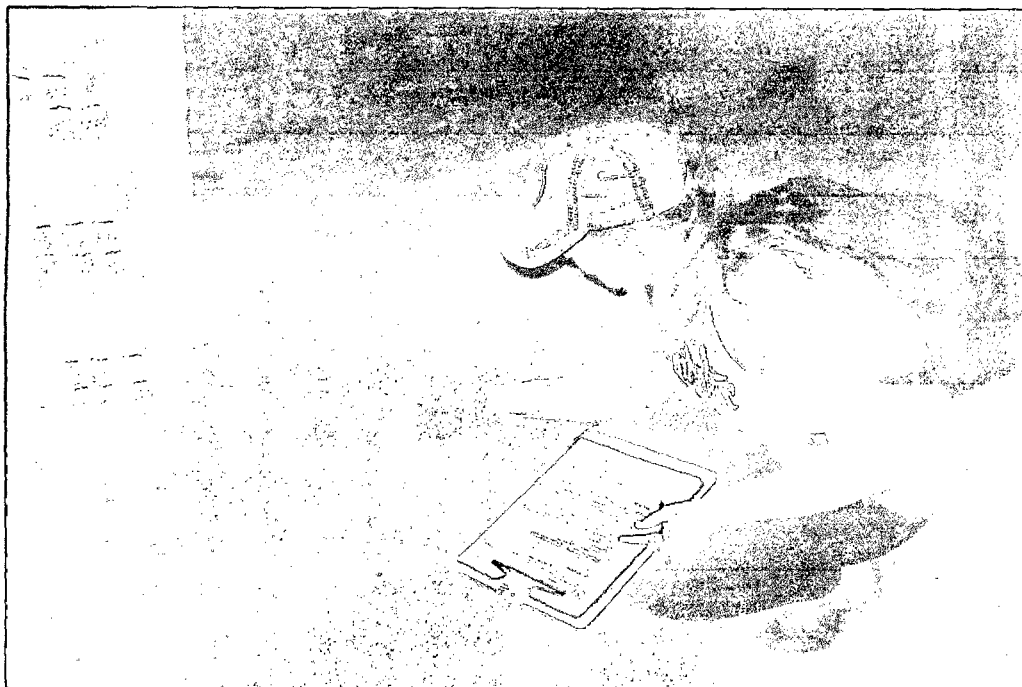
Fuente: Trabajo de campo, 2013.

3.4. Tesista realizando entrevista en el interior del horno cerrado.



Fuente: Trabajo de campo, 2013.

### 3.5. Acumulación de cenizas en el interior de horno cerrado.



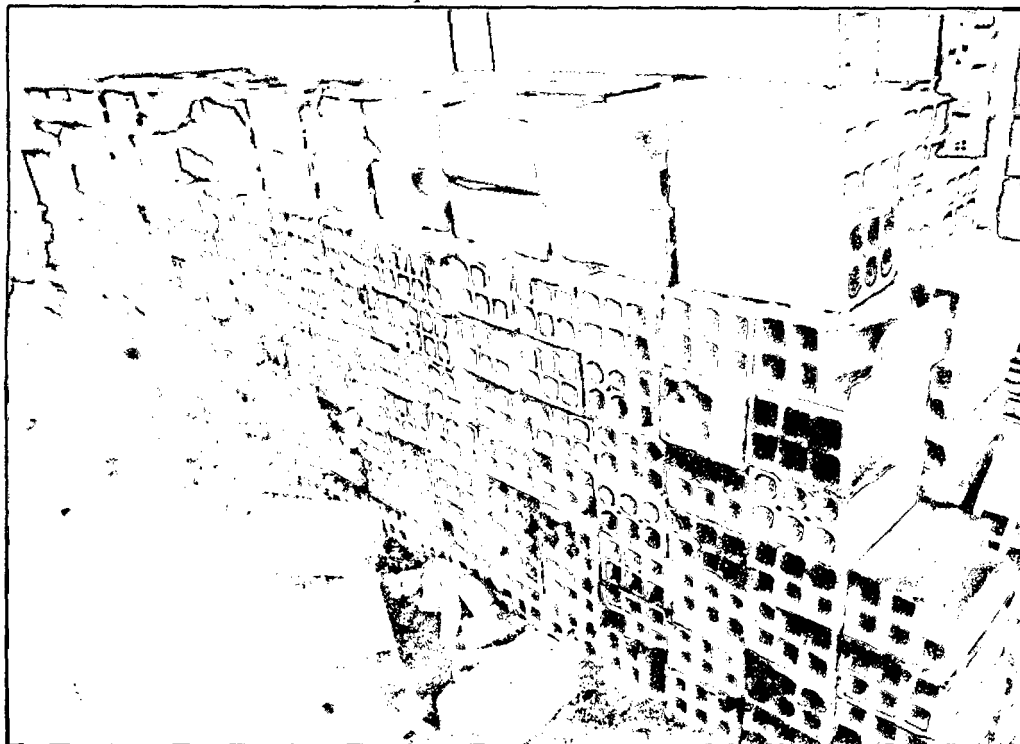
Fuente: Trabajo de campo, 2013.

### 3.6. Evaluación cantidad de cascarilla de arroz a usar para quemado de ladrillo de arcilla.



Fuente: Elaboración propia 2013.

3.7. Acumulación de ladrillo crudo quemado con cascarilla de arroz.



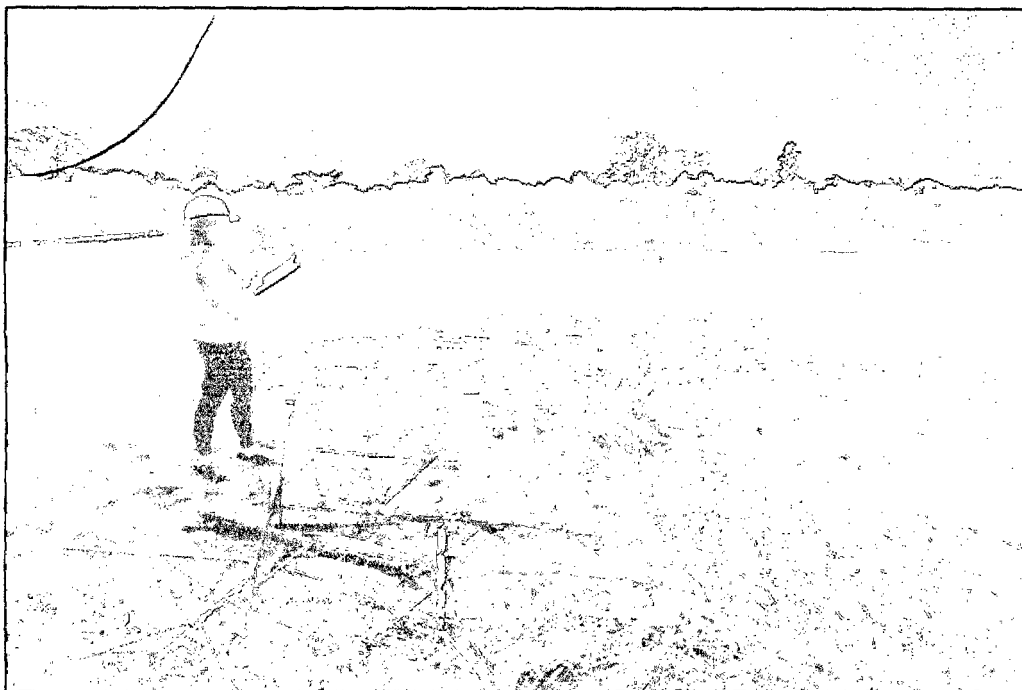
Fuente: Trabajo de campo, 2013.

3.8. Acumulación de ladrillos rotos quemados con cascarilla de arroz.



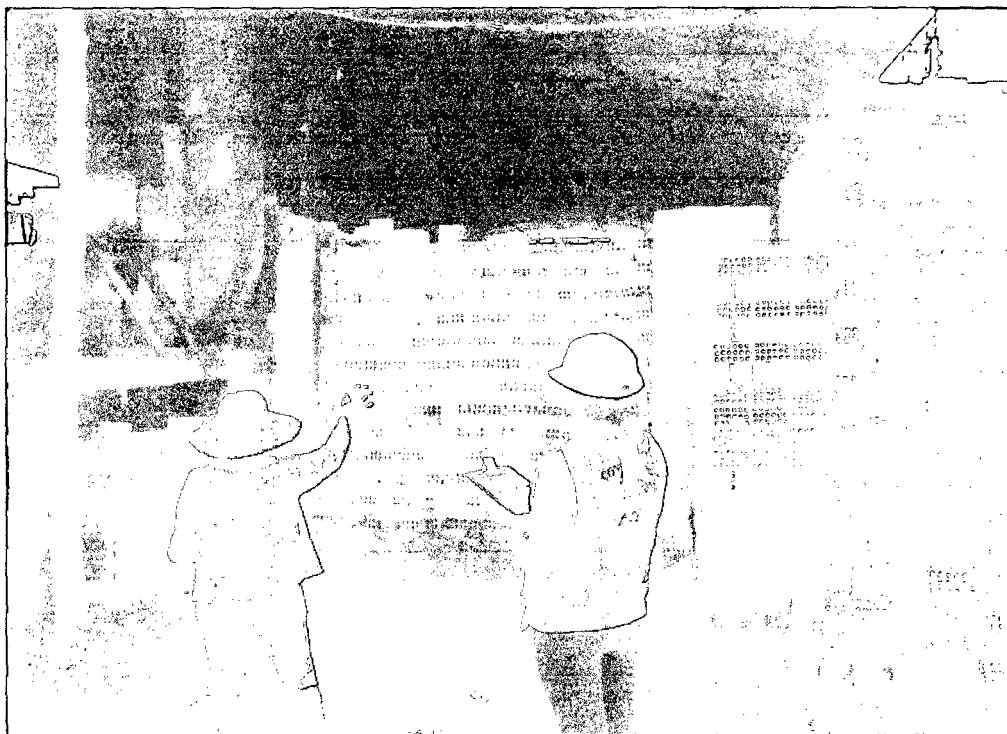
Fuente: Trabajo de campo, 2013.

### 3.9. Evaluación de la acumulación de cenizas generado por la combustión de la cascarilla de arroz.



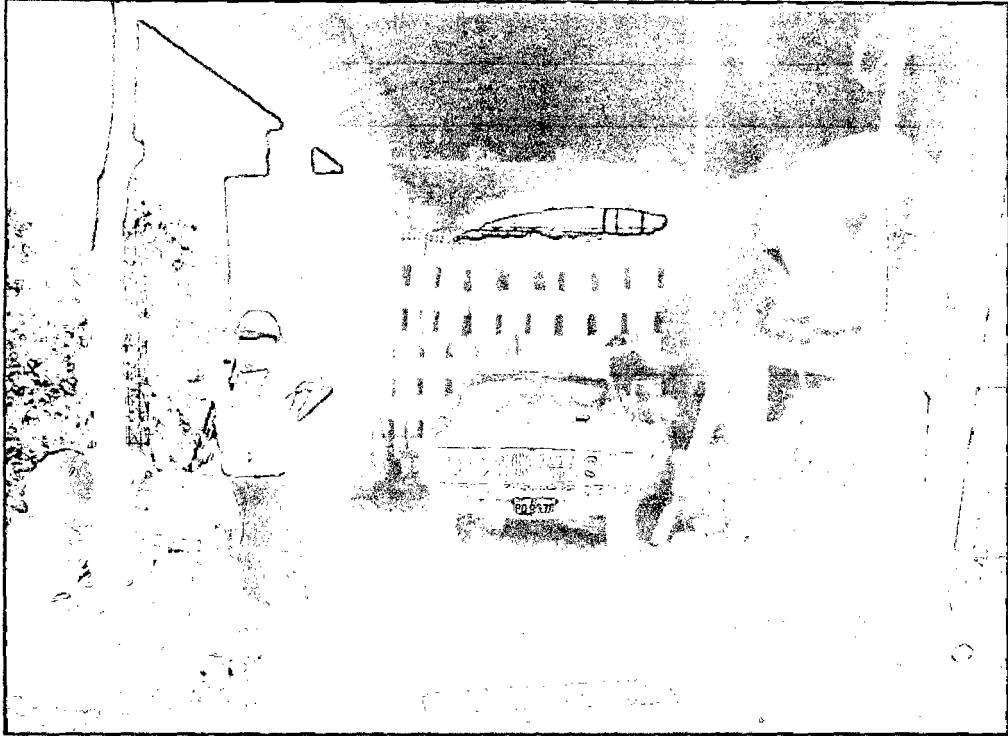
Fuente: Trabajo de campo, 2013.

### 3.10. Evaluación de eficiencia en hornos abiertos para efectos comparativos.



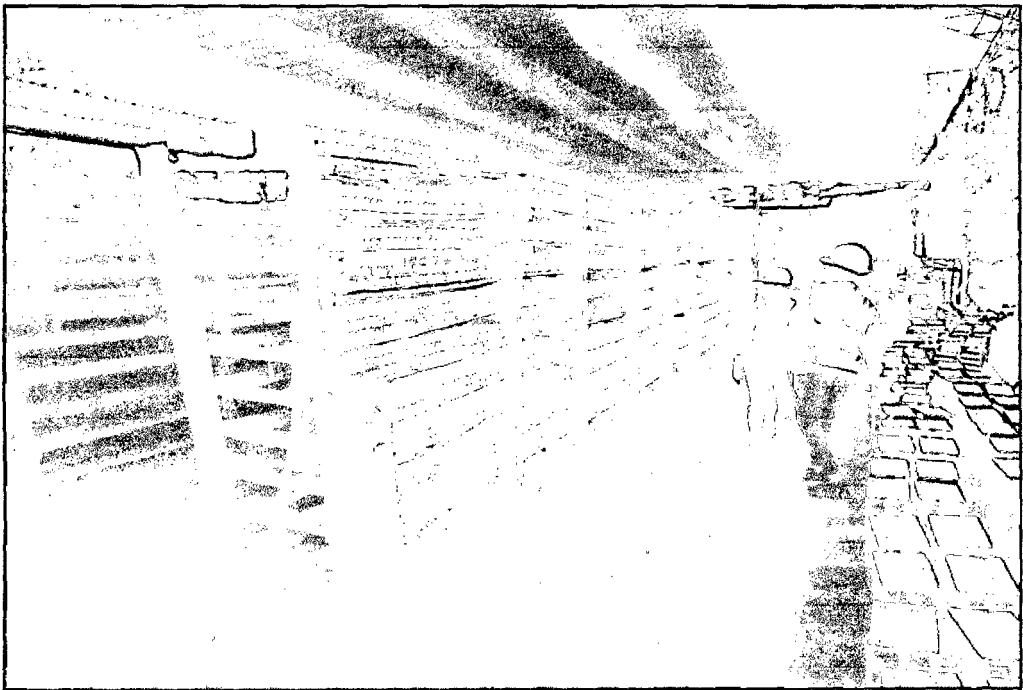
Fuente: Trabajo de campo, 2013.

3.11. Evaluación de eficiencia en hornos abiertos para efectos comparativos.



Fuente: Trabajo de campo, 2013.

3.12. Secadores de ladrillo de arcilla.



Fuente: Trabajo de campo, 2013.